

Reinhold Kerbl, Karl Reiter, Lucas Wessel

Referenz Pädiatrie

Traumatologie

Christoph von Schrottenberg, *Lucas Wessel*, *Tilmann Rückauer*, *Nicolas Hoyos Celis*, *Michaela Bonfert*

Traumatologie

Chassaignac-Lähmung

Christoph von Schrottenberg, Lucas Wessel

Steckbrief

Die Chassaignac-Lähmung (oder Radiuskopfsubluxation) ist eine typische und häufige Verletzung im Kleinkindalter. Die Diagnose wird anhand der meist typischen Anamnese (plötzlicher Zug am gestreckten/pronierten Arm) sowie der Klinik gestellt. Die Patienten zeigen eine typische Schonhaltung des betroffenen Arms: Das Ellenbogengelenk ist leicht gebeugt und der Unterarm wird in einer Pronationshaltung geschont, insbesondere das Über-Kopf-Greifen ist nicht möglich. Bei der klinischen Untersuchung ist v.a. die Umwendbewegung des Unterarms schmerzhaft. Eine radiologische Bildgebung ist bei typischer Anamnese und Klinik in der Regel nicht notwendig, insbesondere wenn es wenige Minuten nach dem einfach durchzuführenden Repositionsmanöver zu einer völligen Beschwerdefreiheit des Kindes kommt.

Synonyme

- Chassaignac-Lähmung
- Radiuskopfsubluxation
- Pronatio dolorosa
- nursemaid's ellbow
- pronation douloureuse Chassaignac

Keywords

- Radiuskopfsubluxation
- Chassaignac
- Kleinkindverletzung
- Radius
- Luxation
- Ellenbogengelenk

Definition

Bei der Chassaignac-Lähmung handelt es sich um eine – meist durch plötzlichen Zug am Arm des Kleinkindes ausgelöste – Subluxation des Radiuskopfes aus dem Radioulnargelenk, wobei ersteres aus der Incisura radialis der Ulna rutscht und so das Ligamentum anulare radii einklemmt [1].

Epidemiologie

Häufigkeit

- häufige Verletzung im Kleinkindalter

Altersgipfel

- 2.–3. Lebensjahr

Geschlechtsverteilung

- Mädchen etwas häufiger als Jungen

Prädisponierende Faktoren

- Bei stattgehabter Radiuskopfsubluxation besteht ein erhöhtes Risiko für ein erneutes Auftreten (25%) [4].

Ätiologie und Pathogenese

- plötzlicher Zug am ausgestreckten Arm
- Muskulatur und Bandapparat nicht auf den plötzlichen Zug vorbereitet
- Subluxation des Radiuskopfes aus dem Radioulnargelenk
- möglicherweise mit Einschlagung des Ligamentum anulare radii

Symptomatik

- typische Schonhaltung des betroffenen Arms
- meist fixierte Pronationshaltung des Unterarms mit leicht angewinkeltem Ellenbogen
- Schmerzen im Ellenbogengelenk (insbes. am Radiuskopf) sowie am Unterarm
- vermeintliche Lähmung des Arms
- Greifen von Gegenständen schmerzbedingt kaum möglich
- Schmerzen insbesondere bei der Umwendbewegung im Unterarm
- häufig nur sehr diskrete Klinik

Diagnostik

Diagnostisches Vorgehen

- Die Diagnose der Chassaignac-Lähmung ergibt sich in der Regel aus Anamnese und Klinik (Abb. 340.1).
- Eine Bildgebung ist meist nicht notwendig.
- Die Sonografie von Handgelenk und Ellenbogengelenk ist eine praktikable und schonende Methode, um häufige differenzialdiagnostisch infrage kommende Frakturen auszuschließen.



Abb. 340.1 Herabhängender Arm beim Chassaignac.

Mit dem betroffenen Arm wird nicht nach der angebotenen Süßigkeit gegriffen.

Anamnese

- Seit wann bestehen die Beschwerden/Schmerzen?
- Steht der Beginn der Beschwerden in unmittelbarem zeitlichem Zusammenhang mit einem plötzlichen Zug am Arm des Kindes?
- Ist das Kind gestürzt?
- Sind in der Vergangenheit bereits Radiuskopfsubluxationen aufgetreten?

Körperliche Untersuchung

- Inspektion:
  - Hält das Kind den Arm in typischer Schonhaltung?
  - Greift es nach angebotenen Gegenständen (bspw. Süßigkeiten)?
  - Wird der Arm bewegt, insbesondere zum Greifen von Gegenständen über Schulterniveau?
- körperliche Untersuchung:
  - zunächst vorsichtiges Abtasten von Klavikula und Humerus bis nach suprakondylär zum Ausschuss einer Fraktur in diesen Bereichen
  - analoges Vorgehen von distalem Radius und Ulna ausgehend nach proximal, um eine Fraktur in diesen Bereichen auszuschließen
  - Hat man bis hierhin keinen knöchernen Druckschmerz auslösen können, ist eine vorsichtige Bewegungsprüfung durchzuführen.
  - Schmerzen bei der Umwendbewegung sind typisch.
  - Flexion und Extension im Ellenbogengelenk können ebenfalls schmerzhaft sein.
  - Ein dezidierter Druckschmerz am Radiuskopf ist ebenfalls möglich.
  - Häufig präsentieren sich die Patienten jedoch mit einer sehr unspezifischen Schmerzsymptomatik [3] und lokalisieren den spontan angegebenen Schmerz auf den distalen Unterarm.

Bildgebende Diagnostik

Sonografie

- am distalen Unterarm zum Ausschluss einer Fraktur
- am Ellenbogen zum Ausschluss eines Ellenbogengelenksergusses als indirektes Frakturzeichen

Röntgen

- Bei unklarer Anamnese, untypischer Klinik oder erfolglosem Repositionsmanöver mit anhaltenden Beschwerden ist ggf. eine Röntgenuntersuchung zum Ausschluss einer Fraktur zulässig.

Differenzialdiagnosen

- Bei der Chassaignac-Lähmung kommen meist einige wichtige Differenzialdiagnosen in Betracht (Tab. 340.1).
- Nach adäquatem Trauma ist stets auch an Frakturen zu denken, insbesondere an 3 der 5 sogenannten Kadi-Läsionen (unter Kadi-Läsionen werden Verletzungen subsumiert, die nicht übersehen werden dürfen, da diese unbehandelt immer mit schweren Schäden ausheilen):
  - suprakondyläre Humerusfraktur
  - „echte“ Radiuskopfluxation

- Condylus-radialis-Fraktur

Tab. 340.1 Differenzialdiagnosen der Chassaignac-Lähmung.

Differenzialdiagnose (absteigend sortiert nach klinischer Relevanz)	Häufigkeit der Differenzialdiagnose in Hinblick auf das Krankheitsbild (häufig, gelegentlich, selten)	wesentliche diagnostisch richtungsweisende Anamnese, Untersuchung u./o. Befunde	Sicherung der Diagnose
suprakondyläre Humerusfraktur	häufig	adäquates Trauma, Gelenkerguss sichtbare Schwellung und mitunter Deformität des Ellenbogengelenkes	Röntgen, Sonografie zum Nachweis/ Ausschluss eines Gelenkergusses
Ellenbogenprellung	häufig	leichtes Trauma keine relevante Schwellung, keine Deformität des Ellenbogens	Sonografie: keine Zeichen für Gelenkerguss
Olekranonfraktur	gelegentlich	Druckschmerz am Olekranon deutliche Schwellung und schmerzbedingte Bewegungseinschränkung des Ellenbogengelenkes	Röntgen
Radiuskopfluxation bei Monteggia-Fraktur	gelegentlich	Schmerzen bei der Umwendbewegung, Schwellung des Ellenbogengelenkes und Deformität im Unterarmschaftbereich (Ulnafraktur)	Röntgen
Radiushalsfraktur	selten	Schmerzen bei der Umwendbewegung, Schwellung des Ellenbogengelenkes und schmerzbedingte Bewegungseinschränkung	Röntgen
Radiuskopffraktur	selten	nur bei ausgewachsenen Kindern mit geschlossenen Wachstumsfugen am proximalen Radius (Mädchen ab 10. LJ; Jungen ab 12.–13. LJ. Schwellung und schmerzbedingte Bewegungsseinschränkung des betroffenen Ellenbogengelenkes	Röntgen
Ellenbogenluxation	selten	deutliche Fehlstellung des Ellenbogengelenkes mit Unmöglichkeit der Bewegung	Röntgen
Condylus-radialis-Fraktur Epicondylus-ulnaris-Fraktur	selten	Schwellung und Druckschmerz radialseitig/ulnarseitig am Ellenbogengelenk deutliche Bewegungseinschränkung des Ellenbogengelenkes	Röntgen, Sonografie, diese zeigt mitunter einen Gelenkserguss

Therapie

- Die Therapie der Chassaignac-Lähmung besteht in der Reposition des subluxierten Radiuskopfes in das Radioulnargelenk bzw. in der Lösung der Blockade des Gelenks.
- Grundsätzlich existieren zwei verschiedene Repositionsmanöver, welche in etwa gleich gute Ergebnisse liefern [2].

Therapeutisches Vorgehen

- Für das Repositionsmanöver sollte das Kind im besten Fall auf dem Schoß eines Elternteils durch diesen gehalten und beruhigt werden.
- Nach vorsichtiger, aber sorgfältiger Untersuchung des Kindes kann nun bei V.a. eine Chassaignac-Lähmung ein Repositionsversuch unternommen werden.
- Es sind zwei unterschiedliche Repositionsmanöver beschrieben, wobei keines der beiden einen eindeutigen Vorteil gegenüber dem anderen bietet.
    - Hyperpronation (Abb. 340.2):
        - Hierbei wird der distale Oberarm des betroffenen Arms des Kindes mit der eigenen Hand vorsichtig fixiert.
        - Mit der führenden Hand ergreift man nun die Hand des Kindes.

    - Im Ellenbogengelenk des betroffenen Arms sollte ein 90°-Winkel bestehen.
    - Unter leichtem Zug an der Hand des Kindes sowie Gegenzug am distalen Oberarm wird der betroffene Arm dann vorsichtig, jedoch bestimmt, hyperproniert.
    - Hierbei kann mit dem Daumen der den distalen Oberarm fixierenden Hand das „Klicken" des Radiuskopfes erspürt werden.
  - Supination/Flexion:
    - Hierbei wird der gestreckte Arm des Kindes am distalen Oberarm durch den Untersucher fixiert.
    - Nun wird der betroffene Arm vorsichtig, jedoch bestimmt, vollständig supiniert und dann eine maximale Flexion im Ellenbogengelenk durchgeführt.
- Beide Repositionsmanöver sind meist mit einem kurzen Schmerz für das Kind assoziiert.
- Nach Durchführung sollte der Untersucher für mind. 5min das Untersuchungszimmer verlassen und Kind und Elternteil sich selbst überlassen.
  - Das Kind sollte spielerisch von dem eben Erlebten abgelenkt werden und so dazu verleitet werden, den betroffenen Arm spontan selbst wieder zu bewegen.
  - Dies kann durch das Anbieten von Spielzeug befördert werden, welches ergriffen werden soll.



Abb. 340.2 Typisches Repositionsmanöver beim Chassaignac.

Chassaignac mit Hyperpronation des Unterarms bei einem 3-jährigen Jungen. Die typische Symptomatik trat auf, nachdem er von der Mutter beim Ausziehen einer Jacke an beiden Armen gezogen wurde.

Konservative Therapie

- Eine Ruhigstellung ist nach erfolgreichem Repositionsmanöver nicht erforderlich!
- Lediglich nach mehrfachen, erfolglosen Repositionsmanövern und radiologischem Frakturausschluss kann eine Ruhigstellung in einer Oberarmschiene in Supinationsstellung für ca. 5–7d erfolgen.
- Nach Abnahme der Schiene zeigt sich meist ein beschwerdefreier Einsatz des Arms, die Radiuskopfsubluxation hat sich dann spontan reponiert.

Pharmakotherapie

- Bei Bedarf kann eine Analgesie mittels Nurofen erfolgen.
- Ca. 5–10min nach erfolgreichem Repositionsmanöver sollten die Patienten jedoch beschwerdefrei sein, sodass eine medikamentöse Analgesie meist entfällt.

Operative Therapie

- Eine operative Therapie ist nicht notwendig.

Nachsorge

- Bei beschwerdefreiem Gebrauch des Arms nach Repositionsmanöver ist keine weitere Nachsorge erforderlich.

Verlauf und Prognose

- insgesamt sehr gute Prognose da immer restitutio ad integrum
- Chronisch rezidivierende Radiuskopfsubluxationen sind möglich.
- Mit zunehmendem Alter sinkt die Inzidenz deutlich [5].

Prävention

- plötzlichen Zug am Arm des Kindes vermeiden

Literatur

Quellenangaben

- [1] David ML. Radial head subluxation. Am Fam Physician 1987; 35: 143–146
- [2] Krul M, van der Wouden JC, Kruithof EJ et al. Manipulative interventions for reducing pulled elbow in young children. Cochrane Database Syst Rev 2017; 7: Cd007759
- [3] Nardi NM, Schaefer TJ. Nursemaid Elbow. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2023
- [4] Schunk JE. Radial head subluxation: epidemiology and treatment of 87 episodes. Ann Emerg Med 1990; 19: 1019–1023
- [5] Teach SJ, Schutzman SA. Prospective study of recurrent radial head subluxation. Arch Pediatr Adolesc Med 1996; 150: 164–166

Patellaluxation

Christoph von Schrottenberg

Steckbrief

Die akute Patellaluxation ist eine häufige Verletzung des Kniegelenkes bei Jugendlichen, welche meist beim Sport auftritt. Häufig kommt es zu einer spontanen Reposition der luxierten Kniescheibe. Wichtig ist es, das akute Erstereignis einer Patellaluxation als Folge eines Traumas von der habituellen Patellaluxation zu unterscheiden, wobei Letztere immer durch prädisponierende anatomische Besonderheiten begünstigt wird. Nach dem Erstereignis einer traumatischen Patellaluxation sollte eine gründliche radiologische Diagnostik mittels Röntgen und ggf. MRT durchgeführt werden. Bei knöchernen Begleitverletzungen im Bereich der Belastungszone des Streckapparats sollten diese operativ versorgt werden. Andernfalls kann die Patellaluxation grundsätzlich konservativ behandelt werden. Bei Vorliegen von mehreren Risikofaktoren für eine Reluxation kann eine operative Therapie der patellofemoralen Instabilität angeboten werden, wobei hierdurch jedoch v.a. das Reluxationsrisiko gesenkt, nicht jedoch das Langzeit-Outcome verbessert wird. Die Tatsache, dass eine Vielzahl an operativen Methoden entwickelt wurde, zeigt, dass sich bisher keine überzeugend durchsetzen konnte. Den noch offenen Wachstumsfugen sollte bei der Wahl der Operationsmethode daher besondere Rechnung getragen werden.

Synonyme

- Patellaluxation
- Kniescheibenluxation

- Luxation der Patella
- Luxation der Kniescheibe
- patella dislocation

Keywords

- Patellaluxation
- patellofemorale Instabilität
- Kniescheibe
- Patella
- Kniegelenk
- Luxation
- mediales patellofemorales Ligament

Definition

Bei der Patellaluxation handelt sich um eine meist traumatisch bedingte Dislokation der Kniescheibe fast ausschließlich nach lateral aus dem patellofemoralen Gleitlager heraus.

Epidemiologie

- Die Patellaluxation ist eine häufige Verletzung des Kniegelenkes im Jugendlichen- und jungen Erwachsenenalter, welche vor allem im Rahmen von Sportunfällen auftritt.

Häufigkeit

- Die Inzidenz der Patellaluxation in der Gesamtbevölkerung liegt bei 2–77/100000 [4].
- In einer schwedischen Studie lag die Inzidenz bei den 0–16-Jährigen bei 43/100000 [12].

Altersgipfel

- 10–17 Jahre [2] [6]

Geschlechtsverteilung

- etwas häufiger bei weiblichen Jugendlichen [4] [6]

Prädisponierende Faktoren

- Eine anatomische Prädisposition zur patellofemoralen Instabilität liegt bei den meisten Patienten mit akuter Patellaluxation vor.
- Diese kann bedingt sein durch [7] [8]:
  - Trochleadysplasie mit abgeflachtem Sulcuswinkel
  - Rotationsfehlstellung von Femur und Tibia
  - Patella alta (hochstehende Patella)
  - Patelladysplasie
  - Genu valgum

Ätiologie und Pathogenese

- Stabilisiert wird das patellofemorale Gleitlager durch verschiedene Faktoren.
- Eine wichtige Struktur ist das mediale patellofemorale Ligament (MPFL), welches vor allem am Beginn der Flexion im Kniegelenk für eine Stabilisierung sorgt und bei einer Patellaluxation in über 90% der Fälle rupturiert.
- Zusätzlich kann das mediale Retinaculum beschädigt sein [1] [5].
- Bei weiterer Flexion im Kniegelenk gleitet die Patella knöchern geführt in die Trochlea des Femurs.
- Liegt eine Trochleadysplasie mit abgeflachtem Sulcuswinkel vor, prädisponiert dies bei entsprechendem Trauma ebenfalls zur Luxation [14].

- Mögliche Begleitverletzungen:
  - Ruptur des Retinaculum mediale
  - (osteo-)chondrale Ausrisse
  - Bone bruise der Patella bzw. der Femurkondylen
  - Verletzungen des medialen patello-femoralen Ligaments (MPFL)
  - Hämarthros

Klassifikation und Risikostratifizierung

- akute Patellaluxation (Erstereignis):
  - durch akutes Trauma bedingt, wobei die betroffenen Patienten meist eine Prädisposition für eine patellofemorale Instabilität aufweisen
  - häufig spontane Reposition [18]
- chronisch-rezidivierende Patellaluxation: tritt häufig und insbesondere nach Bagatelltraumata auf, wobei eine ausgeprägte patellofemorale Instabilität Voraussetzung ist [18]

Symptomatik

- Schmerzen im Kniegelenk
- schmerzbedingt eingeschränkte Beweglichkeit des Kniegelenkes
- Unmöglichkeit der Belastung des betroffenen Beins
- Fehlstellung der Kniescheibe nach lateral, häufig spontan vor dem ersten Arztkontakt reponiert
- Schwellung im Kniegelenk (Hämarthros)

Diagnostik

Diagnostisches Vorgehen

- Die Diagnose der Patellaluxation wird dadurch erschwert, dass sich die Luxation der Patella sehr häufig bis zum Zeitpunkt der ärztlichen Vorstellung bereits spontan reponiert hat.
- Somit ist bei der Beurteilung von Verletzungen des Kniegelenkes differenzialdiagnostisch stets auch an dieses Krankheitsbild zu denken.
- Anamnese und körperliche Untersuchung sollten dementsprechend so gestaltet sein, dass indirekte Hinweise auf eine möglicherweise stattgefundene, aber vom Patienten als solche nicht berichtete, Luxation nicht übersehen werden.

Anamnese

- Gab es ein passendes Trauma?
- Wurde eine Fehlstellung der Kniescheibe beobachtet?
- Hat der Patient ein „Zurückgleiten" der Kniescheibe gespürt?
- Sind Patellaluxationen (ggf. auch der Gegenseite) in der Vorgeschichte des Patienten oder familiär bekannt?

Körperliche Untersuchung

- Bei noch nicht erfolgter Reposition sollte die Patella zunächst reponiert werden (s. Kap. Therapie).
- Bei der körperlichen Untersuchung sollte das Knie auf etwaige äußere Verletzungen hin betrachtet werden.
  - Ist ein Kniegelenkserguss erkennbar (Seitenvergleich!)?
  - Sind die Gelenkkonturen gut erkennbar?
  - Ist ein Apprehensions-Zeichen auslösbar (bei starken Schmerzen oder Angst nicht erzwingen!)?
    - Hierbei wird das Kniegelenk des auf dem Rücken liegenden Patienten passiv in

ca. 30° Flexion gebracht.
    - Nun wird die Kniescheibe durch den Untersucher am medialen Rand vorsichtig nach lateral gedrückt.
    - Löst dies beim Patienten Schmerzen oder eine starke Abwehrreaktion mit Anspannung des M. quadrizeps femoris aus, gilt dies als positiv und eine bildgebende Diagnostik sollte in die Wege geleitet werden.
- Außerdem hinweisend auf eine Patellaluxation ist ein Druckschmerz über dem medialen Retinaculum des Kniegelenkes sowie am medialen Patellarand, da dieser bei der Reposition an der lateralen Femurkondyle anprallt.

Bildgebende Diagnostik

- Bei Verdacht auf eine stattgefundene Patellaluxation sollte stets ein Röntgenbild des Kniegelenkes in 3 Ebenen durchgeführt werden.
- Ergänzend stehen die Sonografie sowie die MRT zur Verfügung.

Sonografie

- Hiermit kann ein klinisch ggf. nur schwer objektivierbarer Kniegelenkserguss gut dargestellt und quantifiziert werden.
- Bei Vorliegen eines Hämarthros sollte eine MRT des Kniegelenkes durchgeführt werden.

Röntgen

- Mittel der Wahl zum Ausschluss einer knöchernen Verletzung
- Es sollten 3 Röntgenbilder angefertigt werden:
    - Kniegelenk a.p. und seitlich
    - axiale Patellazielaufnahme (Patella-Défilé-Aufnahme)
- Typisch sind (osteo-)chondrale Avulsionsverletzungen der Patella.
    - Diese können im Röntgen aufgrund der altersabhängig noch breiten knorpeligen Konfiguration des Patellaaußenrands in ihrer Größe leicht unterschätzt oder auch übersehen werden.
    - Bei unsicherem Befund oder Vorliegen eines Hämarthros ist daher eine MRT des Kniegelenkes zu fordern.

MRT

- Mittel der Wahl zur Beurteilung ligamentärer Verletzungen (Ruptur des MPFL) und etwaiger Kniebinnenschäden

Instrumentelle Diagnostik

Arthroskopie

- Bei unklarem MRT-Befund kann bei anhaltenden Beschwerden (bspw. Gelenkblockade) eine Arthroskopie indiziert sein.

Differenzialdiagnosen

- s. Tab. 341.1

Tab. 341.1 Differenzialdiagnosen der Patellaluxation.

Differenzialdiagnose (absteigend sortiert nach klinischer Relevanz)	Häufigkeit der Differenzialdiagnose in Hinblick auf das Krankheitsbild (häufig, gelegentlich, selten)	wesentliche diagnostisch richtungsweisende Anamnese, Untersuchung u./o. Befunde	Sicherung der Diagnose
Knieprellung	häufig	adäquates Trauma ohne Torsionskräfte, kein intraartikulärer Erguss	Röntgen, negatives Apprehensions-Zeichen

Differenzialdiagnose (absteigend sortiert nach klinischer Relevanz)	Häufigkeit der Differenzialdiagnose in Hinblick auf das Krankheitsbild (häufig, gelegentlich, selten)	wesentliche diagnostisch richtungsweisende Anamnese, Untersuchung u./o. Befunde	Sicherung der Diagnose
Kniegelenksdistorsion	häufig	adäquates Trauma mit Torsionskomponente, i.d.R. ohne relevanten intraartikulären Erguss	Röntgen, negatives Apprehensions-Zeichen
Patellafraktur	gelegentlich	adäquates, direktes Trauma, sichtbares Hämatom, dezidierter knöcherner Druckschmerz an der Patella auslösbar ggf. Unmöglichkeit der aktiven Extension im Kniegelenk bei quer verlaufender Fraktur und Unterbrechung der Kontinuität des femoralen Streckapparats	Röntgen, ggf. MRT

Therapie

Therapeutisches Vorgehen

- Die Therapie der akuten Patellaluxation besteht in der Reposition der luxierten Patella unter adäquater Analgesie (s. Kap. Allgemeine Maßnahmen).
- Nach erfolgter Reposition ist die Durchführung einer Röntgenuntersuchung obligat (s. Kap. Bildgebende Diagnostik).
- Im Fall des Vorliegens eines knöchernen Fragments (>5mm²) in der Belastungszone sollte dieses operativ reponiert und refixiert werden.
- Bei Ausschluss einer knöchernen Verletzung kann zunächst ein konservatives Prozedere in die Wege geleitet werden, wobei es gilt, das betroffene Kniegelenk in einer Orthese ruhigzustellen und das betroffene Bein mittels Unterarmgehstützen zu entlasten (s. Kap. Konservative Therapie).
- Sollte sich innerhalb weniger Tage ein Kniegelenkserguss bilden, was nach dem Erstereignis einer Patellaluxation in der Regel der Fall ist, muss sich eine MRT des Kniegelenkes anschließen.
- Bezüglich der operativen Therapie der patellofemoralen Instabilität selbst als Maßnahme gegen das wiederholt auftretende Luxieren der Patella gilt es, das individuelle Risiko des Patienten für eine Reluxation zu betrachten.
  - Hilfreich zur Beurteilung des Reluxationsrisikos ist der Patellar-Instability-Severity-Score (PIS-Score), in welchen verschiedene Risikofaktoren (Alter, kontralaterale Instabilität, Trochleadysplasie, Patellahöhe, TT-TG-Abstand [TT-TG = tuberosity to trochlear groove] und Patella-Tilt) einfließen [3] [12].
  - Hat der Patient ein deutlich erhöhtes Reluxationsrisiko, sollte eine an den patientenbezogen vorliegenden anatomischen Verhältnissen orientierte operative Therapie der patellofemoralen Instabilität nach Abklingen der akuten Beschwerden angeboten werden [4] [14].
- Bei Kindern unterhalb des 13.–15. Lebensjahres (mit noch offenen Wachstumsfugen) sollte die Indikation zur Operation sehr zurückhaltend gestellt werden.

Allgemeine Maßnahmen

- Die Reposition der akuten Patellaluxation sollte unter adäquater Analgesie (ggf. Lachgas) durchgeführt werden.
- Hierzu sollte die Hüfte der betroffenen Seite zumindest leicht gebeugt sein.
- Die luxierte Patella wird durch die Hand des Behandlers vorsichtig stabilisiert und – falls notwendig – leicht nach lateral gekippt.
- Nun wird das flektierte Knie langsam gestreckt.
- Hierbei kommt es in der Regel zu einem automatischen Zurückgleiten der luxierten Patella nach medial in das patellofemorale Gleitlager.

- Die Hand des Behandlers sollte dieses Zurückgleiten der Kniescheibe nach medial führen, um ein überschießendes Zurückschnellen der Kniescheibe und ein damit verbundenes zusätzliches Trauma (Knorpelschaden) zu vermeiden [4].

Konservative Therapie

- Zunächst wird für einige Tage eine immobilisierende ROM-Orthese in leichter Beugestellung angelegt.
- Nach Rückgang der akuten Schwellung kann die Bewegungsfreiheit im Kniegelenk sukzessive gesteigert und die Entlastung an Unterarmgehstützen schmerzadaptiert beendet werden.
- Frühzeitig kann mit isometrischen Kräftigungsübungen der Streckmuskulatur begonnen werden.
- Bis zur Vollbelastung ist eine Thromboseprophylaxe nach individuellem Gefährdungsrisiko in Erwägung zu ziehen.
- Im Anschluss ist eine physiotherapeutische Beübung zur Stärkung insbesondere des M. vastus medialis als stabilisierende Komponente des patellofemoralen Gleitlagers sowie eine Verbesserung der Propriozeption der unteren Extremitäten indiziert [4] [15].

Pharmakotherapie

- Analgesie gemäß WHO-Stufenschema (WHO = World Health Organization)
- ggf. Opioide zur Reposition

Operative Therapie

- Die Therapie der patellofemoralen Instabilität bei Adoleszenten und jungen Erwachsenen ist Gegenstand intensiver Forschung und unterlag in den letzten Jahren einem Wandel hin zum gehäuften operativen Vorgehen, wobei dutzende operative Verfahren entwickelt wurden.
- Pädiatrische Patienten mit noch offenen Wachstumsfugen sind hierbei eine besondere Herausforderung.
- In diesem Patientenkollektiv setzt sich zunehmend die Rekonstruktion des MPFL (mediales patellofemorales Ligament) als wichtigster Stabilisator des patellofemoralen Gleitlagers durch [13] [14].
- Weitere Operationsmethoden haben die Korrektur der Trochleadysplasie als prädisponierenden Faktor sowie ein Realignement des Streckapparats zum Ziel, wobei für diese Methoden die Datenlage bei pädiatrischen Patienten noch sehr schwach ist [11] [19].

Nachsorge

- Sowohl nach konservativer als auch nach operativer Therapie sollte eine physiotherapeutische Beübung in die Wege geleitet werden (s. Kap. Konservative Therapie).

Verlauf und Prognose

- Insgesamt ist die Prognose in Abhängigkeit von den Begleitverletzungen sowie dem gewählten Therapieverfahren und dem individuellen Risikoprofil sehr unterschiedlich.
- Es besteht ein erhöhtes Arthroserisiko sowohl nach konservativer als auch nach operativer Therapie [9] [10] [16] [17].
- Die Reluxationsrate kann durch die operative Therapie der patellofemoralen Instabilität reduziert werden [4].
- Bei Kindern mit einem vorliegenden Risikofaktor für eine patellofemorale Instabilität liegt die Rezidivrate bei ca. 30% [6] [12].

Prävention

- Kräftigung der Streckmuskulatur des Oberschenkels
- Verbesserung der Propriozeption

Literatur

Quellenangaben

- [1] Askenberger M, Arendt EA, Ekström W et al. Medial Patellofemoral Ligament Injuries in Children With First-Time Lateral Patellar Dislocations: A Magnetic Resonance Imaging and Arthroscopic Study. Am J Sports Med 2016; 44: 152–158
- [2] Atkin DM, Fithian DC, Marangi KS et al. Characteristics of patients with primary acute lateral patellar dislocation and their recovery within the first 6 months of injury. Am J Sports Med 2000; 28: 472–479
- [3] Balcarek P, Oberthür S, Hopfensitz S et al. Which patellae are likely to redislocate? Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2014; 22: 2308–2314
- [4] Deutsche Gesellschaft für Unfallchirurgie. S2e-Leitlinie Patellaluxation (25.10.2021). Im Internet: https://www.awmf.org/leitlinien/detail/ll/012–024.html; Stand: 12.09.2023
- [5] Felus J, Kowalczyk B. Age-related differences in medial patellofemoral ligament injury patterns in traumatic patellar dislocation: case series of 50 surgically treated children and adolescents. Am J Sports Med 2012; 40: 2357–2364
- [6] Fithian DC, Paxton EW, Stone ML et al. Epidemiology and natural history of acute patellar dislocation. Am J Sports Med 2004; 32: 1114–1121
- [7] Jaquith BP, Parikh SN. Predictors of Recurrent Patellar Instability in Children and Adolescents After First-time Dislocation. J Pediatr Orthop 2017; 37: 484–490
- [8] Lewallen LW, McIntosh AL, Dahm DL. Predictors of recurrent instability after acute patellofemoral dislocation in pediatric and adolescent patients. Am J Sports Med 2013; 41: 575–581
- [9] Mäenpää H, Lehto MU. Patellar dislocation. The long-term results of nonoperative management in 100 patients. Am J Sports Med 1997; 25: 213–217
- [10] Mäenpää H, Lehto MU. Patellofemoral osteoarthritis after patellar dislocation. Clin Orthop Relat Res 1997; 339: 156–162
- [11] Nelitz M, Theile M, Dornacher D et al. Analysis of failed surgery for patellar instability in children with open growth plates. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2012; 20: 822–828
- [12] Nietosvaara Y, Aalto K, Kallio PE. Acute patellar dislocation in children: incidence and associated osteochondral fractures. J Pediatr Orthop 1994; 14: 513–515
- [13] Nwachukwu BU, So C, Schairer WW et al. Surgical versus conservative management of acute patellar dislocation in children and adolescents: a systematic review. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2016; 24: 760–767
- [14] Obermeyer C, Hoffmann DB, Wachowski MM. Patellar dislocation in children and adolescents: Current developments in diagnostics and treatment. Orthopade 2019; 48: 868–876
- [15] Palmu S, Kallio PE, Donell ST et al. Acute patellar dislocation in children and adolescents: a randomized clinical trial. J Bone Joint Surg Am 2008; 90: 463–470
- [16] Sanders TL, Pareek A, Hewett TE et al. High rate of recurrent patellar dislocation in skeletally immature patients: a long-term population-based study. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2018; 26: 1037–1043
- [17] Sanders TL, Pareek A, Johnson NR et al. Patellofemoral Arthritis After Lateral Patellar Dislocation: A Matched Population-Based Analysis. Am J Sports Med 2017; 45: 1012–1017
- [18] von Laer L, Schneidmüller S, Hell AK. Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. Handchir Mikrochir Plast Chir 2021; 53: 95
- [19] Wolfe S, Varacallo M, Thomas JD et al. Patellar Instability. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022

Frakturen

Tilmann Rückauer

Steckbrief

Frakturen treten im Kindesalter häufig auf, da Kinder ihre Umgebung und die Fähigkeiten ihres wachsenden Körpers aktiv entdecken und deren Grenzen austesten. Zudem sind bei Kindern die Bänder stabiler als die Wachstumsfugen und Metaphysen, sodass es selten zu Luxationen, aber häufig zu Frakturen kommt. In der Diagnostik stehen nach Anamnese und körperlicher Untersuchung die konventionelle Radiologie, aber auch die Sonografie und in berechtigten Fällen die CT oder MRT zur Verfügung. In die konservative oder operative Therapie werden das alters- und lokalisationsspezifische Korrekturpotenzial und die rasche Konsolidierung mit einbezogen. In der Nachbehandlung wird die Physiotherapie dank des ausgeprägten Bewegungsdrangs häufig nicht benötigt.

Aktuelles

- Die Fraktursonografie [1] etabliert sich im Kindesalter zunehmend (distaler Unterarm, proximaler und distaler Oberarm, Klavikula, seltener untere Extremität, Rippen, Sternum) und wird eifrig beforscht.
- Bezüglich der Osteosynthesen werden resorbierbare Materialien [4] entwickelt; hier steht die flächendeckende Nutzung noch aus.

Synonyme

- Knochenbruch
- Fraktur
- fracture

Keywords

- Querfraktur
- Schrägfraktur
- Spiralfraktur
- Wulstbruch
- Grünholzfraktur
- Wachstumsfugenbeteiligung
- Aitken
- Salter-Harris
- Epiphysiolyse
- Korrekturpotenzial im Wachstumsalter

Definition

Frakturformen sind die vollständige oder unvollständige Unterbrechung der Kontinuität eines Knochens (Fraktur), Störung der Trabekelstruktur (Wulstbruch), Lösung der Wachstumsfuge (Epiphysiolyse) und der knöcherne Bandausriss.

Epidemiologie

Häufigkeit

- Frakturen sind im Wachstumsalter grundsätzlich häufig; durch die hohe Elastizität des Knochens kommt es einerseits schneller zu Frakturen, andererseits verläuft die Heilung aber auch schneller.
- Etwa ⅓ der Verletzungen im Kindes- und Jugendalter sind Frakturen [3].

Altersgipfel

- Frakturhäufigkeit mit flachem, annähernd linearem Anstieg von Geburt bis früher Jugend, dann bei Jungen deutlicher Anstieg bis 14/15 Jahren vor Rückkehr auf das Niveau von 10/11 Jahren.
- Bei Mädchen fällt die Kurve bereits nach dem 11. Lebensjahr ab [3].

Geschlechtsverteilung

- Präpubertär verläuft die Häufigkeit nahezu parallel mit sehr geringer Knabenwendigkeit, ab 11 Jahren sind dann Jungen doppelt bis dreifach so häufig betroffen wie Mädchen [3].

Prädisponierende Faktoren

- aktivitätsbezogene Faktoren:
  - risikoreiche Sportarten
  - unzureichende Schutzausrüstung
- patientenbezogene Faktoren:
  - unterschiedlich entwickeltes Bewegungsgeschick
  - Risikobereitschaft männlicher Jugendlicher
  - Schwächung des Knochens durch Stoffwechselerkrankung oder Knochenzyste oder Inaktivität (z.B. infantile Zerebralparese)

Ätiologie und Pathogenese

- Eine akute (oder selten chronische) Überbelastung eines Knochens führt zur Fraktur mit Kontinuitätsunterbrechung oder Störung der Trabekelstruktur.
- Je nach Richtung der Kraftwirkung (axial, Torsion, Biegung, Quetschung) resultieren unterschiedliche Frakturverläufe (Stauchungs-, Spiral-, Quer-/Grünholz-, oder Berstungsfraktur).
- Im Wachstumsalter treten zudem stereotype Verletzungen auf, welche auf eine physiologisch vorliegende geringere Stabilität bestimmter Knochenabschnitte (Metaphyse, Wachstumsfuge, Sehnen-/Bandansatz) zurückzuführen sind [2].

Klassifikation und Risikostratifizierung

- Formen s. Tab. 342.1 und Abb. 342.1

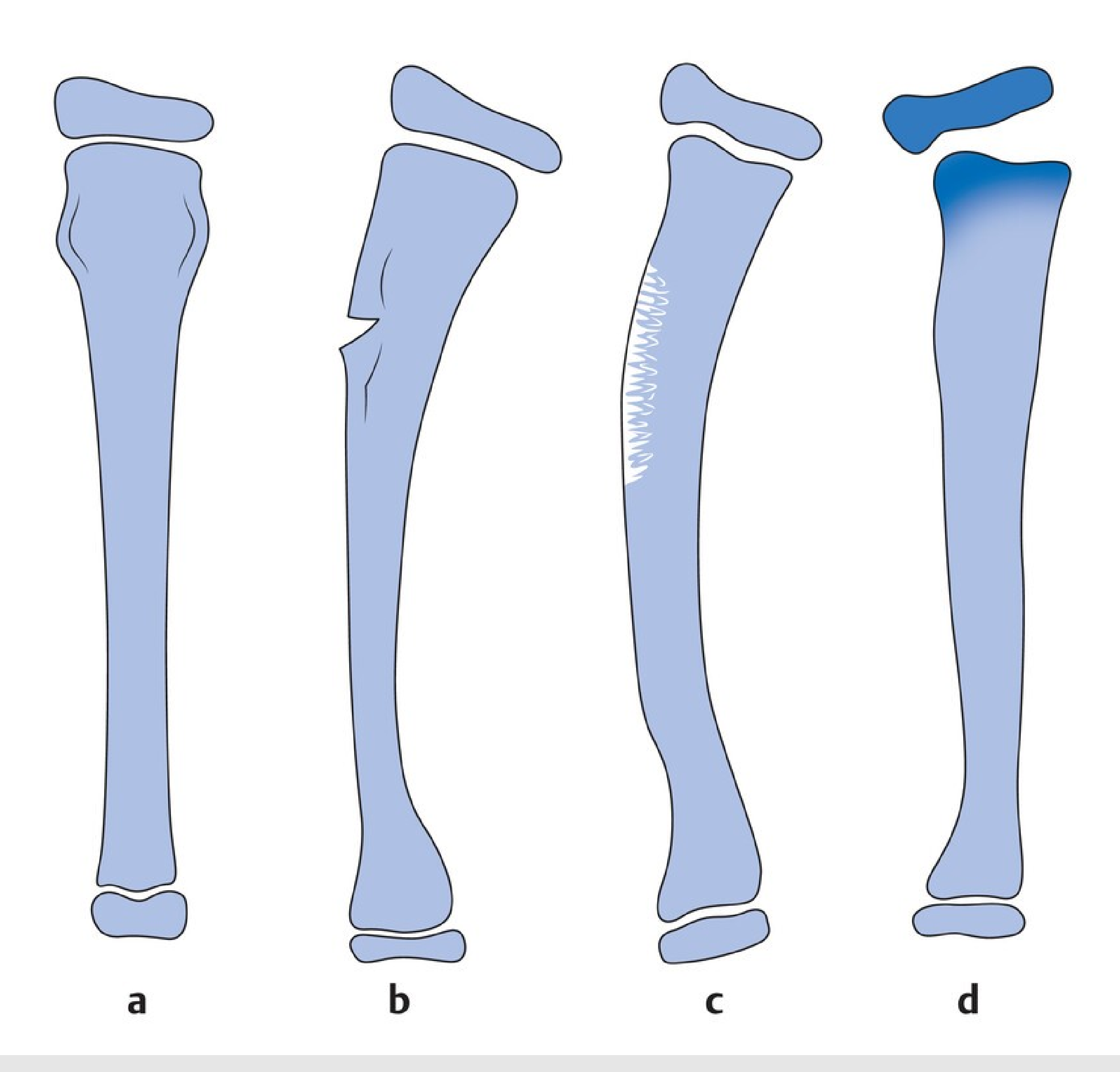


Abb. 342.1 Frakturformen.

a Wulstbruch (inkomplette Fraktur).

b Grünholzfraktur mit kortikaler Unterbrechung auf einer Seite (inkomplette Fraktur).

c Biegungsbruch (inkomplette Fraktur).

d Epiphysenlösung

(Quelle: Kerbl R, Kurz R, Roos R, Wessel L, Reiter K. Häufigkeit und Formen. In: Kerbl R, Kurz R, Roos R, Wessel L, Reiter K, Hrsg. Checkliste Pädiatrie. 5., vollständig aktualisierte Auflage. Stuttgart: Thieme; 2015.)

Tab. 342.1 Frakturformen im Kindesalter.

	Frakturform	Häufigkeit	Problem	Behandlung
Gelenk (Epiphyse)	rein epiphysäre Fraktur	selten	Wachstumsstörung (WTS) theoretisch möglich	exakte Reposition, meist OP
	Übergangsfraktur (kurz vor Wachstumsabschluss)	relativ häufig	WTS nicht möglich	exakte Reposition (OP)
Schaft (Metaphyse)	Wulstfraktur	sehr häufig	keines	2 Wochen Gips
	Fugenlösung	häufig	WTS ob. Extrem.: sehr selten unt. Extrem.: häufig	Reposition, OP bei instabiler Fraktur
	Grünholzfraktur Metaphyse (Biegungsfraktur)	häufig	Refraktur (seltener als am Schaft)	Reposition, Gips 3–4 Wochen
	komplette Fraktur	häufig	sekundäre Fehlstellung	Reposition, OP bei instabiler Fraktur
	Grünholzschaftfraktur	häufig	verzögerte Heilung, Refraktur	Reposition, OP bei instabiler Fraktur

Symptomatik

- sichere Frakturzeichen: Deformierung, falsche Beweglichkeit und Krepitation, die jedoch nie ausgelöst werden dürfen (Schmerz!)
- unsichere Frakturzeichen: Schwellung, Druckschmerz und Funktionsbehinderung

> **Merke:**
>
> Prinzipiell gilt im Kindesalter: Jede Schwellung der Extremität ist eine Fraktur, bis das Gegenteil bewiesen wurde!

Diagnostik

Diagnostisches Vorgehen

- Nach Anamnese und körperlicher Untersuchung (unter Vermeidung zusätzlicher Schmerzen) folgt die bildgebende Diagnostik.

Anamnese

- Unfallhergang: Es muss ein adäquates Trauma vorliegen.
- Cave: Kindesmisshandlung!

Körperliche Untersuchung

- v. a. Inspektion!
- Die unnötige Palpation bei offensichtlicher Fehlstellung und/oder Schwellung sollte unterbleiben, da sie dem Kind nur Schmerzen zufügt und nicht wesentlich zur Diagnostik beiträgt.
- Prüfung der peripheren(!) Sensibilität, Motorik und Durchblutung

Labor

- nur in Ausnahmefällen sinnvoll:
  - Gerinnung bei anamnestischer Gerinnungsstörung
  - Hb bei frakturbedingt zu vermutendem großem Blutverlust (im Kindesalter eine Rarität)

Mikrobiologie

- in der Akutbehandlung unbedeutend
- bei Infektverdacht nach Operation ggf. sinnvoll

Kulturen

- Wundabstrich bei postoperativem Wundinfekt, ggf. auch bei tiefen und zerklüfteten Wunden einer offenen Fraktur

Bildgebende Diagnostik

- Die radiologische Diagnostik ist zur Diagnosestellung und Therapieplanung unerlässlich.

Sonografie

- am Schädel, distalen Unterarm und proximalen Oberarm, der Klavikula und dem Sternum gut zur Frakturdiagnostik einsetzbar
- am distalen Oberarm zum Nachweis/Ausschluss eines Gelenkergusses und somit zur Entscheidung bezüglich der Notwendigkeit für eine Röntgenaufnahme geeignet
- auf ausreichende Analgesie und vorsichtige Vorgehensweise achten (Druck durch den Schallkopf erzeugt Schmerz)
- auch zur Verlaufskontrolle einsetzbar
- Vorteile sind das strahlensparende Vorgehen sowie die recht einfache Erlernbarkeit dieser Methode.

Röntgen

- Skeletröntgen: Fraktur als Wulst oder als Fissur oft schlecht erkennbar, Gelenkergüsse ggf. Hilfszeichen (z.B. am Ellenbogen als Fettpolsterzeichen)
- Grünholz- und komplette Frakturen sind selbsterklärend.
- für die Akutdiagnostik und Verlaufskontrolle geeignet

CT

- im Kindesalter nie primäre Bildgebung
- für Differenzierung komplexer Frakturen und Beurteilung einer Gelenkbeteiligung hilfreich

MRT

- ausschließlich sekundäre Bildgebung
- Frakturen stellen sich in der MRT schlechter dar, dafür können Knorpel/Bänder/Sehnen sehr gut dargestellt werden (z.B. Kniebinnenschäden).
- auch bei pathologischen Frakturen (juvenile/aneurysmatische Knochenzyste in Abgrenzung zu Tumor) geeignet

Szintigrafie

- Skelettszintigrafie kann zur Abklärung der Verletzungsfolgen bei Kindesmisshandlung bzw. bei pathologischen Frakturen eingesetzt werden.

Intraoperative Diagnostik

- Durchleuchtung (Fluoroskopie) zur Beurteilung des Repositionsergebnisses

Differenzialdiagnosen

- s. Tab. 342.2

Tab. 342.2 Differenzialdiagnosen von Frakturen.

Häufigkeit	Differenzialdiagnose (DD)	Beispiele
häufigste DD	Prellung	Schwellung/Hämatom, axiale Belastung möglich, ggf. Functio laesia
zweithäufigste DD	Distorsion	Schwellung/Gelenkerguss, ggf. Functio laesia
dritthäufigste DD	Osteomyelitis	Infektlabor inkl. BSG, Röntgen; langfristige Antibiotikatherapie, ggf. Sequestrektomie

Häufigkeit	Differenzialdiagnose (DD)	Beispiele
vierthäufigste DD	Malignom	Röntgen, Labor, CT/MRT, Biopsie, spezifische Therapie je nach Entität
fünfhäufigste DD	Osteoidosteom	harmlos, (nächtliche) Schmerzen, Radiofrequenzablation

Therapie

- Ziel der Therapie ist die rasche Schmerzfreiheit und ungestörte Ausheilung in idealer Stellung.

Therapeutisches Vorgehen

- Oben genanntes Ziel wird durch die verletzungsadäquate Anwendung der nachfolgend aufgeführten Allgemeinmaßnahmen und – je nach Eignung der Fraktur – dann der konservativen oder operativen Therapie erreicht.
- Durch gutes Erklären der Verletzung und der Vor- und Nachteile der zur Verfügung stehenden Therapieoptionen wird bei Eltern und Patient eine gute Therapieadhärenz angestrebt.

Allgemeine Maßnahmen

- Schmerztherapie: Analgetika (s. Kap. Pharmakotherapie) + Ruhigstellung
  - Ruhigstellung = Schmerztherapie
  - daher baldige Anlage eines evtl. auch vorläufigen Schienenverbands
  - Der endgültige Gipsverband muss so schnell wie möglich angelegt werden.
- komplett dislozierte Frakturen, die offensichtlich operativ behandelt werden müssen: Ruhigstellung auf Schiene in der bestehenden Stellung bis zur OP
- Grünholzfrakturen mit sichtbarer Fehlstellung:
  - meist wenig schmerzhaft
  - reine Ruhigstellung reicht meist aus
  - Reposition im Sinn einer Begradigung allerdings immer mit Narkose!

Konservative Therapie

- Hinweise zur Gipsruhigstellung:
  - Verwendung herkömmlicher Gipsverbände, Soft-Hardcast, Woodcast
  - Beide angrenzenden Gelenke müssen in der Regel mit eingeschlossen sein (Ausnahme: distale Radiusfraktur und distale Tibiafraktur: nur frakturnahes Gelenk; Sarmiento-Brace: kein Gelenk).
  - Um Druckstellen zu vermeiden, müssen vorstehende Knochenkanten gut gepolstert werden. Eine allzu ausgiebige Polsterung birgt allerdings die Gefahr der sekundären Dislokation.
  - Bei einer frischen Verletzung darf niemals ein geschlossener Gips angelegt werden (Gefahr des Kompartmentsyndroms!). Wird zur Ruhigstellung ein Weißgips oder Hardcast verwendet, muss dieser unmittelbar nach Aushärten des Materials längs gespalten werden.
  - Gipskontrolle (auch bei Schienen) am Folgetag
- Indikationen:
  - nicht dislozierte Frakturen bzw. Frakturen mit tolerablen Fehlstellungen → Ruhigstellung der Extremität im Gips; zuverlässige Korrektur tolerabler Fehlstellungen im Lauf des nachfolgenden Wachstums
  - Grünholzfrakturen → Reposition mit Begradigung in Narkose, anschließend Gipsanlage (Cave: Redislokation!)
  - komplett dislozierte metaphysäre Frakturen am Unterarm → Reposition und Gipsanlage in Narkose
  - Bandverletzungen und Luxationen ohne Zusatzläsionen → Ruhigstellung der

Extremität im Gips (ggf. nach Reposition einer Luxation in Analgosedierung/Narkose)

Pharmakotherapie

- Schmerztherapie:
  - nicht repositionspflichtige Frakturen: Paracetamol (10–15mg/kg KG, bis 4×/d) und/oder nicht steroidale Antiphlogistika (z.B. Ibuprofen 10mg/kg KG bis 3×/d); bei stärkeren Schmerzen Kombination von Codein mit Paracetamol
  - stark dislozierte Frakturen: Opiate; Tramadol schwach wirksam, atemdepressiv und emetisch → eher Pethidin (0,6–1,2mg/kg KG) oder Piritramid (0,05–0,1mg/kg KG)

Operative Therapie

- instabile distale metaphysäre Frakturen → Reposition und perkutane K-Draht-Osteosynthese; lagerungsstabil = Schienenruhigstellung
- dislozierte suprakondyläre Humerusfrakturen mit Fehlstellung in 2 Ebenen:
  - Reposition und osteosynthetische Versorgung (K-Draht-Osteosynthese, deszendierende ESIN (elastisch stabile intramedulläre Nagelung), Fixateur externe; bei ESIN und Fixateur keine Gipsruhigstellung, sonst immer notwendig)
  - Die K-Draht-Enden dürfen über Hautniveau herausstehen (Vorteil: Metallentfernung ohne Narkose), dürfen aber den Gips/die Schiene nicht berühren (sonst höhere Infekt- und Dislokationsgefahr).
- alle dislozierten Gelenkfrakturen → offene oder geschlossene Reposition und (bewegungsstabile) Osteosynthese (kanülierte Schraube, K-Drähte, transossäre Nähte)
- instabile Schaftfrakturen der Extremitäten → geschlossene oder offene Reposition und Osteosynthese (ESIN, Fixateur externe, selten Marknagel oder Plattenosteosynthese); bewegungsstabil
- apophysäre Frakturen (z.B. Olekranonfraktur) → Zuggurtungsosteosynthese; bewegungsstabil

Nachsorge

- Je nach Verletzungsschwere und Weichteilbeteiligung ist eine stationäre Kompartmentüberwachung erforderlich.
- ungefähre Dauer der Ruhigstellung bei konservativer Frakturbehandlung, je nach Alter des Patienten und Lokalisation ggf. kürzer oder länger:
  - metaphysäre Fraktur: ca. 3 Wochen
  - Schaftfraktur: ca. 4 Wochen
- belastungsfreier Alltagsgebrauch und eigenständige Bewegungsübungen ab Erreichen der Bewegungsstabilität
- Sportfreigabe ab Erreichen der freien Funktion und sicheren Konsolidierung; Schwimmen ab Bewegungsfreigabe

Verlauf und Prognose

Komplikationen

- Wulstfrakturen: Ausheilen stets ohne Komplikationen
- Grünholzfrakturen (wenn nicht reponiert):
  - häufig Heilungsstörungen mit Refrakturen (Unterarm!)
  - Fehlstellungen werden nicht an allen Stellen (v.a. nicht am Unterarmschaft!) zuverlässig spontan korrigiert und können störend persistieren.
- Beteiligung der Wachstumsfuge: Wachstumsstörungen möglich, an unterer Extremität häufiger beobachtet (Voraussetzung: Fuge ist weit offen!)

Prognose

- abhängig von der Frakturform
- Bei Epiphysenverletzungen sind Wachstumsstörungen v.a. an der unteren Extremität

möglich.

- Belassene Fehlstellungen am Schaft in der Nähe des Ellenbogens werden nicht regelhaft korrigiert.
- Allgemein gilt, dass die wachstumsbedingte Korrekturfähigkeit jenseits des 10. Lebensjahrs drastisch abnimmt.
- Aggressives operatives Vorgehen kann Gefäßverletzungen der Fugen und somit Wachstumsstörungen verursachen.

Literatur

Quellenangaben

- [1] Ackermann O, Hrsg. Fraktursonografie. Berlin, Heidelberg: Springer; 2019
- [2] Marzi I, Schneidmüller D, Audigé L, Hrsg. Kindertraumatologi. 2., überarb. und aktualisierte Aufl. Berlin Heidelberg: Springer; 2010
- [3] Randsborg PH, Gulbrandsen P, Šaltytė Benth J et al. Fractures in Children: Epidemiology and Activity-Specific Fracture Rates. J Bone Joint Surg 2013; 95: e42
- [4] Stürznickel J, Delsmann MM, Jungesblut OD et al. Safety and performance of biodegradable magnesium-based implants in children and adolescents. Injury 2021; 52: 2265–2271

Wichtige Internetadressen

- https://www.awmf.org/fachgesellschaften/mitgliedsgesellschaften/visitenkarte/fg/deutsche-gesellschaft-fuer-kinderchirurgie-dgkic.html
- https://www.awmf.org/fachgesellschaften/mitgliedsgesellschaften/visitenkarte/fg/deutsche-gesellschaft-fuer-unfallchirurgie-ev.html

Distale Radiusfraktur

Christoph von Schrottenberg

Steckbrief

Die distale Radiusfraktur ist die häufigste Fraktur im Kindesalter. Sie tritt meist nach Sturz auf den ausgestreckten Arm auf. Liegt die Fraktur im Bereich einer offenen Wachstumsfuge, so wird sie nach Aitken bzw. Salter und Harris klassifiziert. Die Diagnose ist mittels Sonografie oder Röntgen meist leicht zu stellen. Die Therapie orientiert sich abhängig vom Alter des Kindes an dem Grad der Dislokation. Hierbei ist insbesondere bei Kindern unter 10 Jahren das große, spontane Korrekturpotenzial des distalen Radius zu berücksichtigen, was eine Besonderheit dieser Frakturlokalisation darstellt. Häufig ist eine konservative Therapie möglich. Bei nicht tolerabel dislozierten Frakturen ist meist eine geschlossene Reposition indiziert, in gleicher Narkose sollte dann auch eine definitive Frakturversorgung mittels Kirschner-Draht-Osteosynthese erfolgen. In seltenen Fällen kann auch eine intramedulläre Schienung mit ESIN (elastisch stabile intramedulläre Nagelung) notwendig sein.

Synonyme

- distale Radiusfraktur
- Speichenfraktur

Keywords.

- distale Radiusfraktur
- Unterarmfraktur
- Handgelenksbruch

Definition.

Die distale Radiusfraktur ist definiert als Fraktur des Radius im distalen Drittel, meist handelt es sich jedoch um metaphysäre Frakturen.

Epidemiologie

Häufigkeit

- 25% aller Frakturen im Kindesalter [13]

Altersgipfel

- um das 10. Lebensjahr [13]

Geschlechtsverteilung

- Jungen häufiger (807/100000) als Mädchen (300/100000), v.a. ab dem 10. Lebensjahr [6]

Prädisponierende Faktoren

- Osteopenie

Ätiologie und Pathogenese

- meist durch Sturz auf den gestreckten Arm (direkte Gewalteinwirkung)
- Während der Pubertät ist der Bereich der Metaphyse am distalen Radius vergleichsweise gering mineralisiert, was eine Ursache für die hohe Frakturinzidenz dieses Bereichs in dieser Altersgruppe sein könnte [6].

Klassifikation und Risikostratifizierung

Grundsätzlich sollte jede Fraktur auf das Risiko einer sekundären Dislokation/Abkippung hin geprüft werden. Eine radiologische/sonografische Stellungskontrolle nach 7–10d ist bei instabilen Frakturen obligat, um im Fall einer sekundären, nicht tolerablen Dislokation eine anatomisch korrekte Reposition vor Konsolidierung durchführen zu können.

Für die Klassifikation stehen sowohl die AO-Klassifikation als auch die Lila-Klassifikation zur Verfügung, wobei Letztere speziell für Frakturen bei Kindern entwickelt wurde. Anhand dieser können folgende Frakturtypen am distalen Unterarm unterschieden werden:

- **metaphysäre Stauchungs-/Wulstfrakturen** (Abb. 343.1):
  - meist problemlose Heilung
  - Eine Ruhigstellung dient v.a. der Schmerzlinderung.
  - Eine sekundäre Dislokation ist extrem unwahrscheinlich.
- **vollständige, metaphysäre Frakturen** (Abb. 343.2):
  - Wenn nicht oder tolerabel disloziert, ist eine Ruhigstellung i.d.R. ausreichend.
  - Risikofaktoren für eine sekundäre Dislokation [7] [8] [13]:
    - vollständige Fraktur von Radius und Ulna
    - vollständig dislozierte Radiusfraktur (initial reponiert)
    - nicht anatomische Stellung nach Reposition
- **Frakturen** mit Beteiligung der (noch offenen) Wachstumsfuge Abb. 343.3), Einteilung nach Salter-Harris [2]:
  - Typ I: Epiphysiolyse
  - Typ II: partielle Epiphysiolyse mit metaphysärem Frakturkeil
  - Typ III: partielle Epiphysiolyse mit epiphysärem Frakturkeil
  - Typ IV: Fraktur mit epiphysärem und metaphysärem Frakturkeil
  - Typ V: Stauchung im Bereich der Wachstumsfuge
  - Typ I–IV sind abkippungsgefährdet.
- **metaphysäre und diametaphysäre Grünholzfrakturen** (Abb. 343.4):
  - immer als disloziert anzusehen
  - besonders abkippungsgefährdet

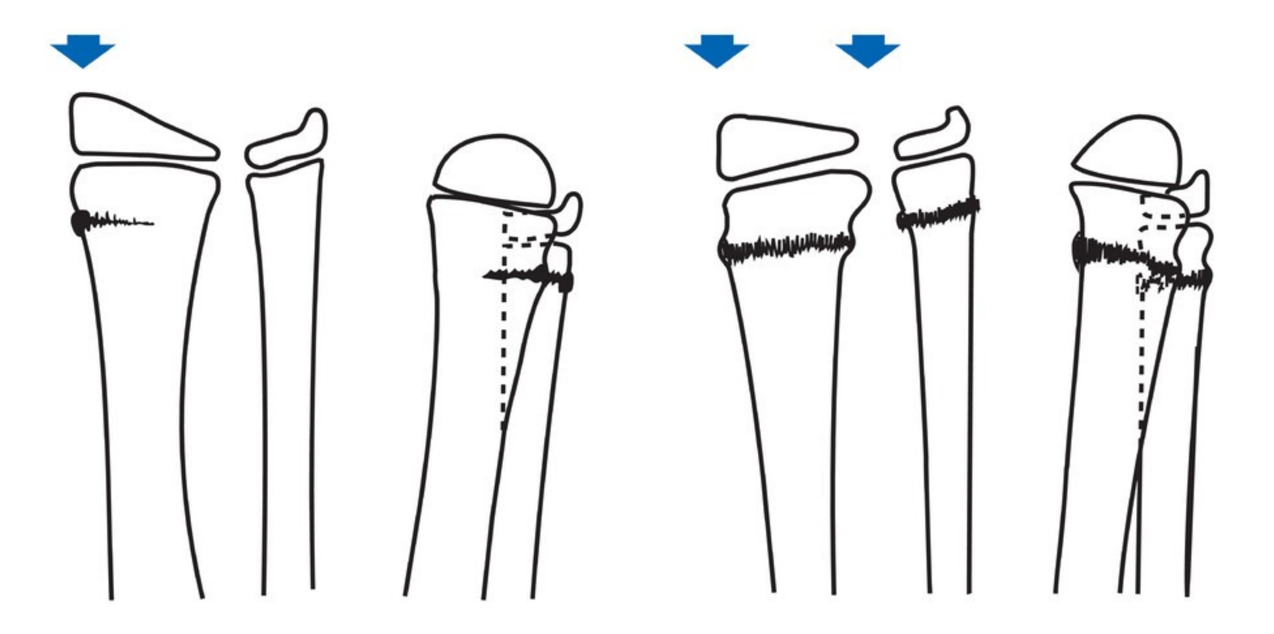


Abb. 343.1 Metaphysäre Stauchungs-/Wulstfrakturen.

(Quelle: von Laer L, Schneidmüller D, Hell A. Frakturen im distalen Drittel. In: von Laer L, Schneidmüller D, Hell A, Hrsg. Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. 7., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme; 2020.)

(Quelle: von Laer L, Schneidmüller D, Hell A. Frakturen im distalen Drittel. In: von Laer L, Schneidmüller D, Hell A, Hrsg. Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. 7., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme; 2020.)

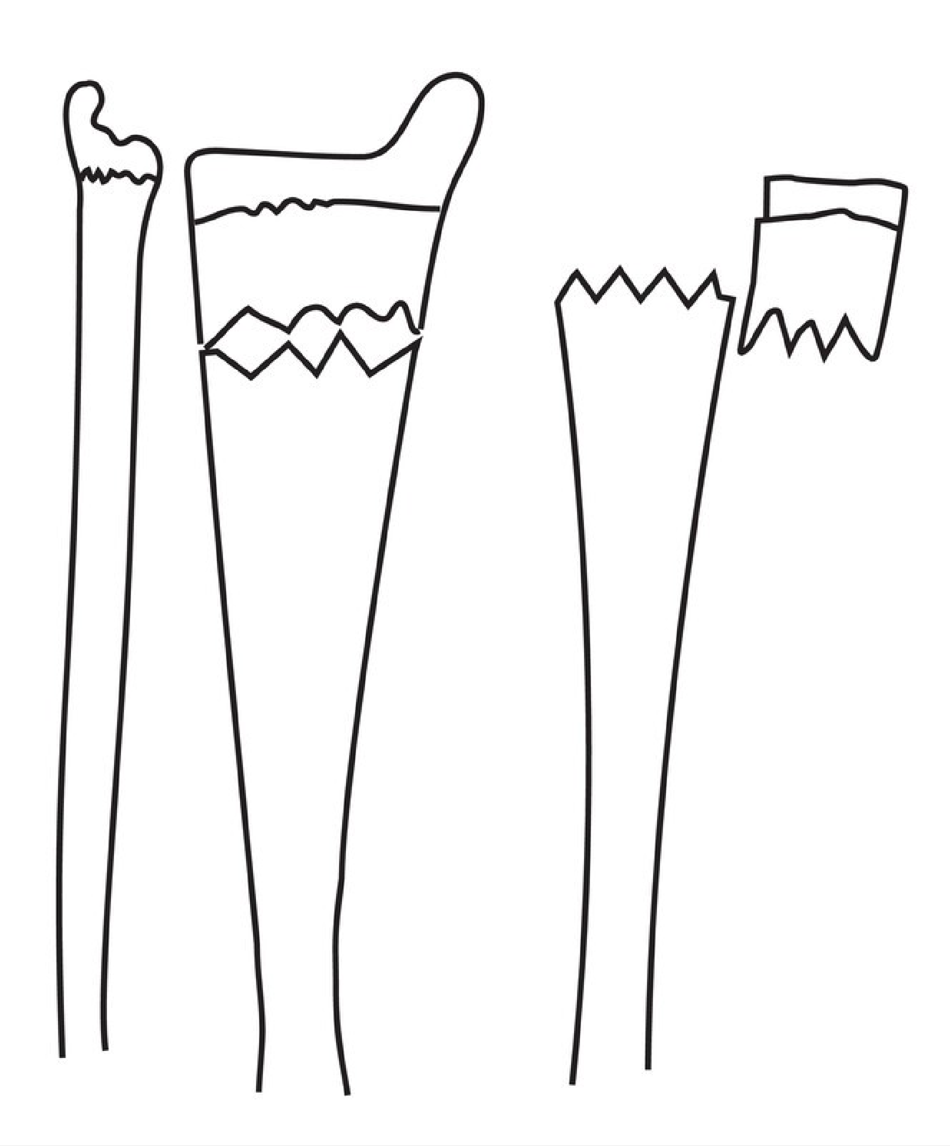
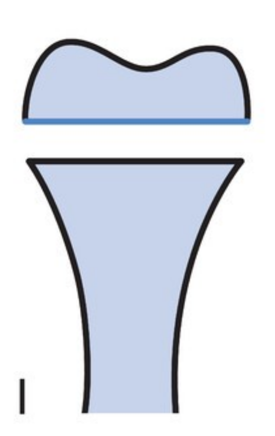
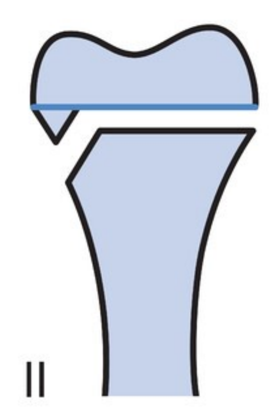


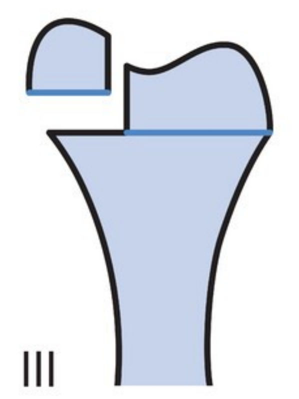
Abb. 343.2 Vollständige, metaphysäre Frakturen.

(Quelle: von Laer L, Schneidmüller D, Hell A. Frakturen im distalen Drittel. In: von Laer L, Schneidmüller D, Hell A, Hrsg. Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. 7., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme; 2020.)

(Quelle: von Laer L, Schneidmüller D, Hell A. Frakturen im distalen Drittel. In: von Laer L, Schneidmüller D, Hell A, Hrsg. Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. 7., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme; 2020.)







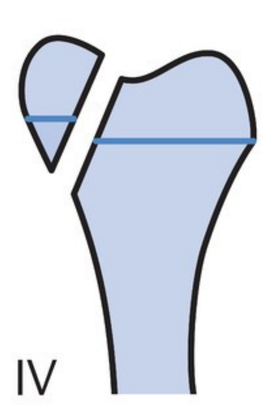


Abb. 343.3 Einteilung der Frakturen

mit Beteiligung der Wachstumsfuge nach Salter-Harris in Typ I-IV, Typ V nicht abgebildet.

(verändert nach Quelle: Stäbler A, Walther M. Anatomie/Pathologie. In: Szeimies U, Stäbler A, Walther M, Hrsg. Bildgebende Diagnostik des Fußes und Sprunggelenks. 2., Auflage. Stuttgart; 2020)

(verändert nach Quelle: Stäbler A, Walther M. Anatomie/Pathologie. In: Szeimies U, Stäbler A, Walther M, Hrsg. Bildgebende Diagnostik des Fußes und Sprunggelenks. 2., Auflage. Stuttgart; 2020)

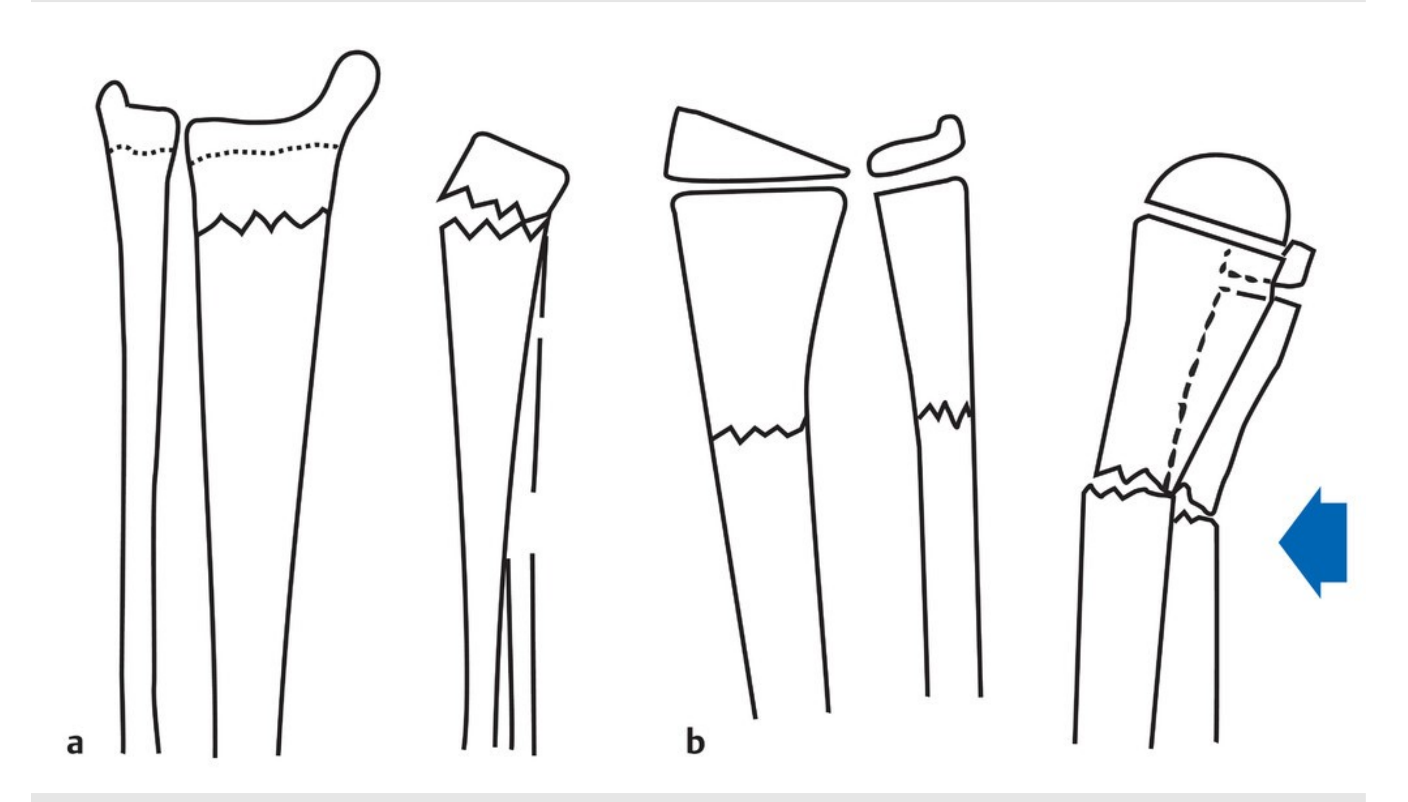


Abb. 343.4 Grünholzfrakturen.

a Metaphysäre und diametaphysäre Grünholzfrakturen.

b Grünholzfrakturen am diametaphysären Übergang.

(Quelle: von Laer L, Schneidmüller D, Hell A. Frakturen im distalen Drittel. In: von Laer L, Schneidmüller D, Hell A, Hrsg. Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. 7., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme; 2020.)

Symptomatik

- Schmerzen und Schwellung am Handgelenk
- ggf. Fehlstellung
- ggf. Hämatom
- ggf. penetrierende Wunde bei offener Fraktur
- ggf. Störungen der peripheren Durchblutung, Motorik und/oder Sensibilität

Diagnostik

Diagnostisches Vorgehen

- Zunächst sollte eine kurze, zielgerichtete Anamnese erfolgen.
- Es schließt sich eine sorgfältige körperliche Untersuchung an, wobei auf bestehende Schmerzen Rücksicht genommen werden muss und eine vollständige Bewegungsprüfung meist nicht sinnvoll ist. Eine Analgesie sollte frühzeitig verabreicht werden.
- Für die primäre bildgebende Diagnostik stehen die Sonografie sowie das Röntgen zur Verfügung.

Anamnese

- Gibt es ein adäquates Trauma (bspw. Sturz auf den Arm)?
- Bestehen Kribbelparästhesien an den Fingern?
- Bestand initial eine Fehlstellung?

Körperliche Untersuchung

- Inspektion:
  - Wird der Arm bewegt oder geschont?
  - Werden mit ihm Gegenstände gegriffen?
  - Zeigt sich eine Schwellung, eine Wunde oder eine offensichtliche oder ggf. operationswürdige Fehlstellung?
- körperliche Untersuchung:
  - sorgfältiges Abtasten der oberen Extremität (knöcherner Druckschmerz?), wobei sich der Untersucher vom nicht schmerzhaften Bereich vorsichtig an die schmerzhafte Stelle herantasten sollte, um die Kooperation der kleinen Patienten zu erhalten
  - Des Weiteren sollten periphere Durchblutung, Sensibilität und Motorik der Finger überprüft werden, da es bei ausgeprägter frakturbedingter Schwellung im Handgelenksbereich stets auch zu einer Kompromittierung von in diesem Bereich verlaufenden Nerven oder Gefäßen kommen kann, was ein dringliches Handeln erforderlich macht.
  - Auf eine ausführliche Bewegungsprüfung im Bereich des Handgelenkes sollte verzichtet werden.

Bildgebende Diagnostik

Sonografie

- Als sehr sensitives und zugleich Röntgenstrahlen-sparendes Diagnostikum hat sich in den letzten Jahren die Fraktursonografie etabliert.
- Die Kortikalis der beiden Unterarmknochen kann am Handgelenk in jeweils 3 Ebenen hochauflösend dargestellt werden und Frakturen können so einfach und sicher dargestellt bzw. ausgeschlossen werden.
- In vielen Fällen kann sonografisch auch der Grad der Dislokation sehr exakt dargestellt werden, was für die Therapieplanung eine entscheidende Rolle spielt (Sensitivität 100%, Spezifität 90–95%) [9].

Röntgen

- Dank der guten diagnostischen Wertigkeit der Sonografie ist eine Röntgenuntersuchung von einfachen distalen Radiusfrakturen in vielen Fällen überflüssig geworden.
- Besteht jedoch eine offene Verletzung, eine offensichtliche oder ggf. operationswürdige Fehlstellung, ein vermuteter Gefäß- oder Nervenschaden, eine Refraktur, der Verdacht auf eine intraartikuläre oder intraössare Läsion oder der Verdacht auf eine pathologische Fraktur, sollte stets eine Röntgenuntersuchung durchgeführt werden [3].

Intraoperative Diagnostik

- Bildwandler (Röntgen)

Differenzialdiagnosen

- s. Tab. 343.1

Tab. 343.1 Differenzialdiagnosen der distalen Radiusfraktur.

Differenzialdiagnose (absteigend sortiert nach klinischer Relevanz)	Häufigkeit der Differenzialdiagnose in Hinblick auf das Krankheitsbild (häufig,	wesentliche diagnostisch richtungsweisende Anamnese,	Sicherung der Diagnose

	gelegentlich, selten)	Untersuchung u./o. Befunde	
Handgelenksprellung	häufig	Schmerzen am Handgelenk	Sonografie/Röntgen
distale Unterarmfraktur (Radius und Ulna)	häufig	Schmerzen/Fehlstellung am Handgelenk	Sonografie/Röntgen
Unterarmschaftfraktur	häufig	Schmerzen/Fehlstellung am Unterarmschaft	Röntgen
Radiusköpfchensubluxation	häufig	typ. Anamnese + typ. Schonhaltung (Pronatio dolorosa)	Beschwerdefreiheit nach Repositonsmanöver
Monteggia-Fraktur	gelegentlich	Schmerzen an Ulnaschaft und Radiusköpfchen	Röntgen
Galeazzi-Fraktur	selten	Schmerzen an Radiusschaft und distaler Ulna	Röntgen

Therapie

Therapeutisches Vorgehen

- Noch während des diagnostischen Vorgehens sollte eine adäquate Analgesie gewährleistet werden.
  - Hierbei ist bei starker Dislokation und ausgeprägtem Schmerzempfinden ggf. eine intravenöse Analgesie mit Opioiden gerechtfertigt.
  - Eine starke analgetische Wirkung hat zudem die Immobilisierung in einer (provisorischen) Unterarmschiene.
- Nach radiologischer/sonografischer Diagnosesicherung muss festgelegt werden, ob ein konservatives Vorgehen (Ruhigstellung) ausreichend ist, oder ob eine operative Versorgung notwendig ist.
  - Wegweisend für die Entscheidung ist der Grad der etwaigen Dislokation sowie das Alter des Patienten und das damit einhergehende spontane Korrekturpotenzial im weiteren Wachstum.
  - Ziel ist stets eine achs- und zeitgerechte Konsolidierung.
  - Dislozierte Frakturen können konservativ behandelt werden, wenn sich das Dislokationsausmaß in einem tolerablen Bereich befindet.
    - In solchen Fällen kommt es zwar zu einer Konsolidierung in Fehlstellung, im weiteren Wachstum gleicht sich die Fehlstellung durch das sehr ausgeprägte Remodeling an der distalen Wachstumsfuge des Radius nach ca. 1–2 Jahren jedoch wieder aus.
    - Wichtig ist es, dies im Vorfeld sowohl mit Eltern als auch Patient zu besprechen, um Unsicherheiten im Behandlungsverlauf vorzubeugen.
- Die Grenzen der tolerablen Dislokation sind altersabhängig.
  - Kinder unter 10 Jahren: Dorsale Abkippungen des distalen, radialen Fragments bis 30–40° und/oder seitliche Abkippungen bis 10–20° sind tolerabel.
  - Kinder über 10 Jahren: Dorsale Abkippungen des distalen, radialen Fragments bis 10–20° und/oder seitliche Abkippungen bis 10–20° sind tolerabel.
- Palmare Abkippungen sind selten und werden im weiteren Wachstum schlechter korrigiert, sodass diese nur bis 10° toleriert werden sollten. Seit-zu-Seit-Verschiebungen werden zwar bis zu einer vollen Schaftbreite spontan ausgeglichen, führen jedoch zu einer länger anhaltenden Einschränkung der Pro- und Supination und sollten daher ab Verschiebungen über ¼ der Schaftbreite reponiert werden [1] [4] [5] [10].

Konservative Therapie

- Bei fehlender oder tolerabler Fehlstellung ist eine Behandlung mittels Ruhigstellung in einer Unterarmschiene indiziert.
- Eine Ruhigstellung des Ellenbogengelenkes ist i.d.R. nicht indiziert!
- Insbesondere bei abkippungsgefährdeten Frakturen ist eine umgreifende Schiene oder ggf. ein zirkulärer, gespaltener Unterarmweißgips anzulegen, um einer sekundären Dislokation

entgegenzuwirken.

- Abkippungsgefährdet sind alle vollständigen Frakturen, die meisten tolerabel dislozierten Frakturen sowie alle Grünholzfrakturen.
  - Wird eine Fraktur als abkippungsgefährdet eingestuft, ist eine radiologische Stellungskontrolle 7–10d nach Unfall obligat.
  - Zeigt sich die Frakturstellung dann weiterhin als tolerabel, kann die Fraktur in der Ruhigstellung konservativ ausbehandelt werden.
  - Zeigt sich jedoch eine Zunahme der Dislokation in einen nicht tolerablen Bereich, muss ein Wechsel des Therapieregimes in die Wege geleitet werden.
  - Unter Umständen kann eine Gipskeilung ausreichen, um die Fehlstellung in einen tolerablen Bereich zu redressieren (s. Kap. Sonstige).
  - Andernfalls muss eine operative Korrektur durchgeführt werden (s. Kap. Operative Therapie).
- Bei konservativer Therapie ist nach Anlage einer umgreifenden Schiene oder eines gespaltenen Unterarmweißgipses eine ärztliche „Gipskontrolle“ am Folgetag zwingend erforderlich. Ein gespaltener Weißgips sollte nach ca. 7d zirkuliert werden.
- Dauer der Ruhigstellung:
  - metaphysäre Stauchungs-/Wulstfrakturen: ca. 2–3 Wochen
  - vollständige, metaphysäre Frakturen: 3–4 Wochen
  - Fugenschaftfrakturen: 3–4 Wochen
  - metaphysäre und diametaphysäre Grünholzfrakturen: 4 Wochen

Sonstige

- Sollte sich in der radiologischen Stellungskontrolle einer abkippungsgefährdeten Fraktur nach 7–10d eine nicht tolerable Dislokation zeigen, kann bei manchen Frakturen ein konservativer Repositionsversuch mittels Gipskeilung unternommen werden. Hierbei handelt es sich um ein Verfahren, bei dem der ausgehärtete Gips semizirkulär eröffnet und „aufgeklappt“ wird, wodurch in begrenztem Ausmaß eine erneute Reposition möglich wird. Die Retention der neuen Frakturstellung wird dann durch zusätzliche Gipsbinden fixiert.
- Dies setzt voraus, dass die Fraktur in einem gut angelegten, gespaltenen Unterarmweißgips (alternativ Kombicast) ruhiggestellt ist.
- Das Ergebnis der Gipskeilung muss radiologisch überprüft werden.
- Ist die nicht tolerable Dislokation mittels Gipskeilung nicht in eine tolerable Dislokation umzuwandeln, ist die Indikation zur operativen Versorgung gegeben.

Operative Therapie

- Steht die Indikation zur operativen Versorgung, beinhaltet dies zunächst die Reposition der dislozierten Fraktur in ihre anatomisch korrekte Position.
  - Dies ist meist geschlossen möglich.
  - In manchen Fällen ist eine offene Reposition notwendig – insbesondere, wenn Weichteile (Muskeln, Sehnen, Fettgewebe) im Frakturspalt eingeklemmt sind und so eine Reposition verhindern.
  - Ist die anatomisch korrekte Lage erreicht, muss entschieden werden, ob eine erneute Dislokation in der Ruhigstellung wahrscheinlich erscheint.
- Risikofaktoren für eine sekundäre Dislokation nach erfolgter Reposition sind:
  - initial vollständige Dislokation
  - vollständige Fraktur von Radius und Ulna
  - verbliebene Dislokation nach Reposition
- In solchen Fällen sollte eine definitive Versorgung mittels Osteosynthese erfolgen (Abb. 343.5, Abb. 343.6, Abb. 343.7).

    - Hierzu wird in den meisten Fällen ein perkutan eingebrachter Kirschner-Draht verwendet. Dessen Ende sollte epikutan umgeknickt und nicht versenkt werden, sodass dieser nach 3–4 Wochen ambulant und ohne Narkose entfernt werden kann.
    - Eine Ruhigstellung mittels Unterarmschiene ist für die Dauer der lagerungs- aber eben nicht bewegungsstabilen, osteosynthetischen Versorgung mittels Kirschner-Draht notwendig.
    - In selteneren Fällen kann auch eine bewegungsstabile intramedulläre Schienung (ESIN) notwendig sein, um das reponierte Fragment sicher zu retinieren. In diesem Fall entfällt die weitere Ruhigstellung.
- Erscheint das Repositionsergebnis nach Anlage einer umgreifenden Ruhigstellung ausreichend stabil und liegt keiner der oben genannten Risikofaktoren für eine sekundäre Dislokation vor, kann auf eine osteosynthetische Versorgung verzichtet werden und es muss lediglich eine umgreifende Ruhigstellung angelegt werden [7] [11] [12] [14].

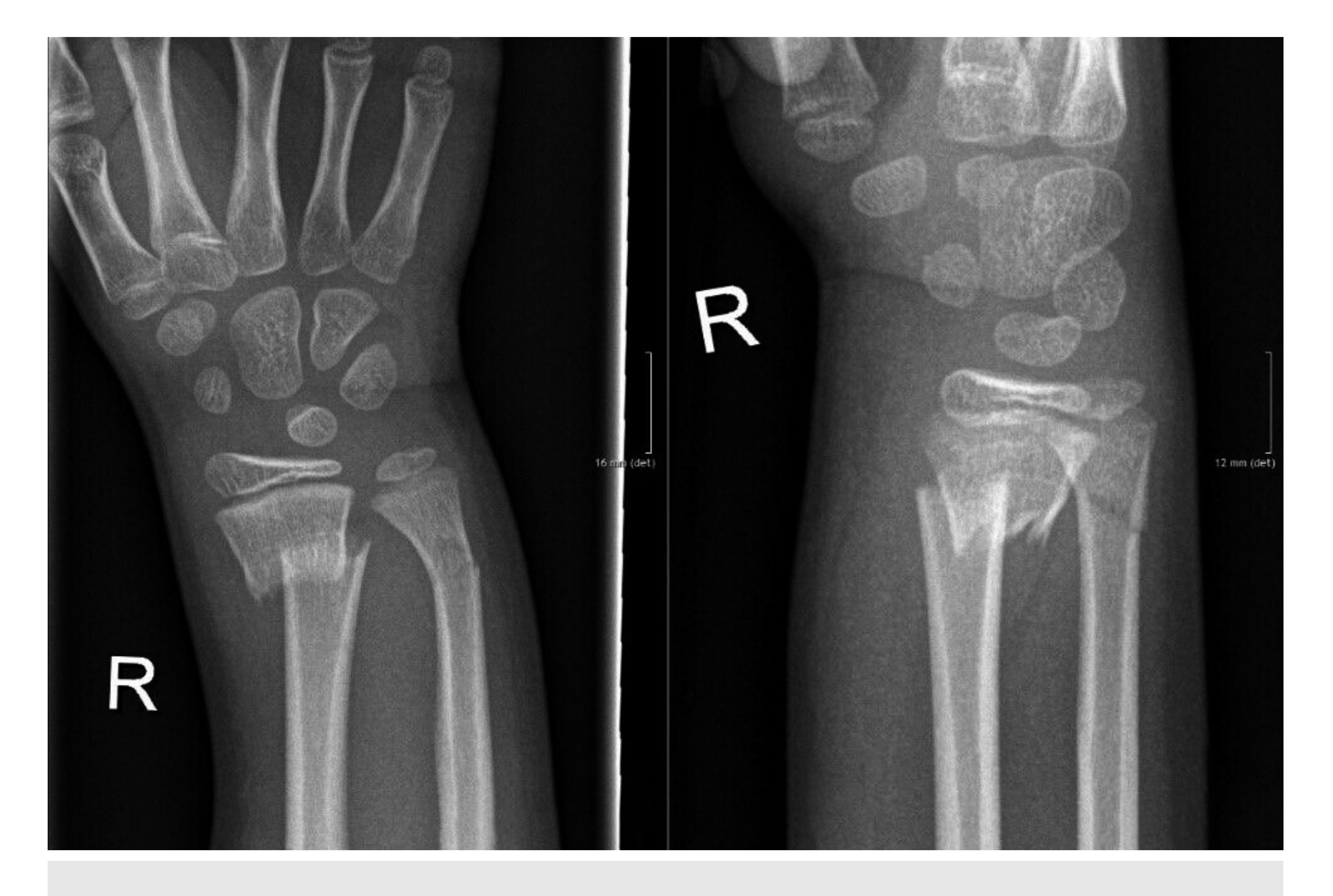


Abb. 343.5 Dislozierte distale Unterarmfraktur, rechtsseitig.

Röntgenbild in 2 Ebenen des rechten Handgelenkes eines 7-jährigen Jungen nach Sturz vom Klettergerüst auf den ausgetreckten rechten Arm. Distale, nach dorsoradial dislozierte und leicht verkürzte distale Unterarmfraktur.



Abb. 343.6 Kirschner-Draht-Osteosynthese bei distaler Unterarmfraktur.

Intraoperatives Röntgenbild in 2 Ebenen des rechten Handgelenkes o.g. Patienten nach geschlossener Reposition der dislozierten Fraktur und Kirschner-Draht-Osteosynthese des distalen Radius. Ein kleiner palmarer Versatz des distalen Fragments wird als tolerabel angesehen und belassen.



Abb. 343.7 Konsolidierte distale Unterarmfraktur nach geschlossener Reposition und Kirschner-Draht-Osteosynthese.

Röntgenbild in 2 Ebenen des rechten Handgelenkes o.g. Patienten 4 Wochen nach geschlossener Reposition und Kirschner-Draht-Osteosynthese und Entfernung des Kirschner-Drahts unmittelbar vor Aufnahme des Bilds. Erkennbar ist die Kallusbildung an allen 4 Kortikales an Radius und Ulna sowie der Bohrkanal des soeben entfernten Kirschner-Drahts in der Metaphyse des Radius.

Nachsorge

- Bei konservativer Therapie ist nach Ablauf der entsprechenden Zeit die Ruhigstellung zu entfernen.
  - Hierbei ist auf Druckstellen zu achten.
  - Zudem sollte eine klinische Konsolidierungskontrolle erfolgen – ein Kallus sollte palpabel, jedoch nicht mehr druckschmerzhaft sein.
  - Im Zweifel ist eine radiologische Konsolidierungskontrolle indiziert.
  - Bei klinisch oder radiologisch unzureichend konsolidierter Fraktur sollte die Ruhigstellung um ca. 1 Woche verlängert werden und die Konsolidierung dann klinisch reevaluiert werden.
- Nach operativer Korrektur und Kirschner-Draht-Osteosynthese ist die Ruhigstellung nach 4 Wochen zu entfernen und der aus der Haut herausragende Kirschner-Draht ambulant und ggf. in Lachgas-Analgosedierung zu entfernen.
  - Zu diesem Zeitpunkt ist eine klinische sowie radiologische Konsolidierungskontrolle erforderlich.
  - Bei anhaltendem Kallusdruckschmerz ist hier, analog zum Vorgehen beim konservativen Prozedere, die Ruhigstellung für ca. 1 Woche zu verlängern und die Konsolidierung nach dieser Zeit klinisch zu reevaluieren.
- Zeigt sich die Fraktur klinisch sowie ggf. radiologisch gut konsolidiert, kann die „Alltagsfreigabe“ erteilt werden.
  - Der Patient darf den Arm im Alltag nun belastungsfrei verwenden.
  - Die zunächst erwartungsgemäß eingeschränkte Beweglichkeit im Handgelenk sollte nach Ablauf von ca. 4 weiteren Wochen gänzlich rückläufig sein.
  - Dann muss eine sorgfältige Prüfung der Beweglichkeit im Handgelenk nach der Neutral-Null-Methode durchgeführt werden.
  - Dies beinhaltet (Normwerte):
    - Pro- und Supination im Unterarm (85–0-85)

    - Dorsalextension und Palmarflexion im Handgelenk (60–0-70)
    - Radial- und Ulnarduktion im Handgelenk (20/30–0-30/40)
- Bei voller Beweglichkeit und klinischer Beschwerdefreiheit kann nach dieser Zeit (insges. 7–8 Wochen nach Unfall) die Behandlung abgeschlossen werden und Sportfreigabe erteilt werden.

Verlauf und Prognose

- Die Prognose ist bei frühzeitiger Diagnosestellung und fachgerechter Behandlung exzellent.
- Bei Konsolidierung in nicht tolerabler Fehlstellung verbleibt möglicherweise eine Bewegungseinschränkung im Handgelenk und/oder bei der Umwendbewegung des Unterarms.
- Unabhängig von der Frakturform kann es in seltenen Fällen zu Wachstumsstörungen am distalen Radius kommen [1].

Literatur

Quellenangaben

- [1] Cannata G, de Maio F, Mancini F, Ippolito E. Physeal fractures of the distal radius and ulna: long-term prognosis. J Orthop Trauma 2003; 17: 172–179
- [2] Cepela DJ, Tartaglione JP, Dooley TP, Patel PN. Classifications In Brief: Salter-Harris Classification of Pediatric Physeal Fractures. Clin Orthop Relat Res 2016; 474: 2531–2537
- [3] Eckert K, Ackermann O. Fraktursonografie im Kindesalter. Der Unfallchirurg 2014; 117: 355–368
- [4] Friberg KS. Remodelling after distal forearm fractures in children. III. Correction of residual angulation in fractures of the radius. Acta Orthop Scand 1979; 50: 741–749
- [5] Gandhi RK, Wilson P, Mason Brown JJ, Macleod W. Spontaneous correction of deformity following fractures of the forearm in children. Br J Surg 1972; 50: 5–10
- [6] Hagino H, Yamamoto K, Teshima R et al. Fracture incidence and bone mineral density of the distal radius in Japanese children. Arch Orthop Trauma Surg 1990; 109: 262–264
- [7] Jordan RW, Westacott D, Srinivas K, Shyamalan G. Predicting redisplacement after manipulation of paediatric distal radius fractures: the importance of cast moulding. Eur J Orthop Surg Traumatol 2015; 25: 841–845
- [8] Jordan RW, Westacott DJ. Displaced paediatric distal radius fractures–when should we use percutaneous wires? Injury 2012; 43: 908–911
- [9] Katzer C, Wasem J, Eckert K et al. Ultrasound in the Diagnostics of Metaphyseal Forearm Fractures in Children: A Systematic Review and Cost Calculation. Pediatr Emerg Care 2016; 32: 401–407
- [10] Larsen E, Vittas D, Torp-Pedersen S. Remodeling of angulated distal forearm fractures in children. Clin Orthop Relat Res 1988; 237: 190–195
- [11] Sengab A, Krijnen P, Schipper IB. Displaced distal radius fractures in children, cast alone vs additional K-wire fixation: a meta-analysis. Eur J Trauma Emerg Surg 2019; 45: 1003–1011
- [12] Sengab A, Krijnen P, Schipper IB. Risk factors for fracture redisplacement after reduction and cast immobilization of displaced distal radius fractures in children: a meta-analysis. Eur J Trauma Emerg Surg 2020; 46: 789–800
- [13] Südow H, Navarro CM. The incidence of distal radius fractures in a Swedish pediatric population - an observational cohort study of 90 970 individual fractures. BMC Musculoskelet Disord 2021; 22: 564
- [14] Wendling-Keim DS, Wieser B, Dietz HG. Closed reduction and immobilization of displaced distal radial fractures. Method of choice for the treatment of children? Eur J Trauma Emerg Surg 2015; 41: 421–428

Handverletzungen

Nicolas A. Hoyos Celis

Steckbrief

In den verschiedenen Stadien ihrer Entwicklung sind Kinder aufgrund ihrer Neugier und ihrer Bedürfnisse, die Welt zu entdecken, sowie in der Ausübung sportlicher Aktivitäten besonders gefährdet, sich unterschiedliche Verletzungen zuzuziehen. Handverletzungen kommen nach Kopfverletzungen an zweiter Stelle.

Aktuelles

- Eine Publikation der Cochrane Library vom Oxford University Hospital vom 2014 zeigte keinen vorteilhaften Einfluss einer antibiotischen Behandlung auf die Wundheilung.
- Die prophylaktische antibiotische Therapie (mit Cephalexin) einer offenen Handverletzung (z.B. die Fingerkuppenamputation) veränderte die Anzahl der Wundinfektionen nicht [1].

Synonyme

- Fingerkuppenamputation
- Fingergliedamputation
- Fingergliedfraktur
- Fingerknochenfraktur
- Fingerluxation
- Sehnen-, Nerven- und Bandverletzungen
- Mittelhandknochen
- Metakarpalknochen
- Handwurzelknochenfraktur
- Karpalknochenfraktur
- Handprellung
- Verbrennung bzw. Verbrühungen

Keywords

- Mittelhandknochen (MHK)
- Handverletzung
- Fingerverletzung
- dislozierte Handfraktur
- Inversion-Recovery-Sequenz (STIR-Sequenz= MRT-Sequenz)
- Karpaltunnelsyndrom (CTS)

Definition

Zu Handverletzungen gehören Verletzungen am Finger, Mittelhandknochen und an der Handwurzel. Am häufigsten sind hier die sogenannten leichten Verletzungen, wie kleinere, oberflächliche Wunden, Zerrungen, Prellungen oder lokale thermische Verletzungen anzutreffen. Schnittverletzungen können mit Gefäß-, Sehnen- und Nervenverletzungen kombiniert sein. Solche Begleitverletzungen müssen zwingend nachgewiesen bzw. ausgeschlossen werden. Weitere relevanten Verletzungen sind Frakturen, offene Frakturen, Luxationen, Amputationen oder tiefere Verbrennungen. Letztere können in der Folge schwere Komplikationen nach sich ziehen, z.B. Narbenkontrakturen [2] [4].

Epidemiologie

- In den verschiedenen Altersgruppen muss zwischen leichten und ernsten, folgenreichen Handverletzungen unterschieden werden.
- Die häufigste und zweihäufigste Handverletzung von Säuglingen und Kleinkindern (0–3 Jahre) sind Amputationen und Frakturen.

- Bei Vorschulkindern (4–7 Jahre) hingegen sind Frakturen häufiger als Amputationen.
- Je älter die Kinder sind, desto relevanter werden die Verletzungen [4].

Häufigkeit

- Handverletzungen gehören zu den häufigsten Verletzungen im Kindesalter überhaupt.
- Da die menschliche Hand ein Organ von höchster Präzision darstellt, muss jede Behandlung einer Handverletzung den vollständigen Funktionserhalt (Restitutio ad integrum) zum Ziel haben.
- Werden Begleitverletzungen übersehen, können daraus erhebliche Funktionseinbußen resultieren [1].

Altersgipfel

- Es ist sinnvoll, vier Altersgruppen zu unterscheiden:
  - Säuglinge und Kleinkinder (0–3)
  - Vorschulkinder (4–7)
  - Schulkinder (8–12)
  - Jugendliche (13–17)
- In der 1. Gruppe handelt es sich häufiger um leichte Verletzungen, wohingegen die Verletzungen in der 4. Gruppe eher relevant und häufiger operationsbedürftig sind [4].

Geschlechtsverteilung

- Das männliche Geschlecht ist häufiger betroffen, der Anteil liegt bei ca. 60% [4].

Prädisponierende Faktoren

- Bei kleineren Kindern ereignen sich die Verletzungen entweder zu Hause oder auf dem Spielplatz.
- Eine unsichere häusliche Umgebung und Unachtsamkeit der Eltern tragen zu Verletzungen bei.
- Für kleine Kinder gilt außerdem, dass Spielgeräte oder häusliche Gegenstände vielfach für das Alter ungeeignet sind, wodurch die Gefahr für Verletzungen zunimmt (z.B. Nutzung eins Brotmessers durch ein 1-jähriges Kind) [1].
- Bei Jungen spielt die erhöhte Risikobereitschaft eine große Rolle, vor allem bei den Jugendlichen.
- Vielfach überblicken die Kinder die möglichen Gefahren unzureichend.

Ätiologie und Pathogenese

- Anpralltraumata, Distorsionen und Einklemmungen können Platzwunden, Zerrungen, Prellungen und Frakturen verursachen.
- Dabei ist immer Folgendes zu beachten:
  - Prellungen treten im Kindesalter seltener als im Jugendlichen- und Erwachsenenalter auf.
  - Besteht nach einem Trauma eine Schwellung mit Funktionsverlust, muss eine Fraktur immer ausgeschlossen werden.
  - Schnittverletzungen, tiefe Verbrennungen und eingedrungene Fremdkörper können schwere Begleitverletzungen an Sehnen, Nerven oder Bänder verursachen.
  - Deswegen ist die genaue Abklärung eminent wichtig, damit die Handfunktion erhalten bleibt.
  - Im Zweifelsfall muss die Exploration in Narkose in einem geeigneten Kindertraumazentrum erfolgen.

Klassifikation und Risikostratifizierung

- oberflächliche Weichteilverletzungen: z.B. Platz- und Schnittwunden, Verbrühungen und Verbrennungen, Prellungen und Distorsionen

- Quetschverletzungen: reine Weichteilverletzungen mit Kontusion, aber auch mit komplexen Läsionen der Haut und Begleitverletzungen sowie mit knöcherner Beteiligung
- Schnittwunden:
  - vor allem durch Glas verursacht
  - können mit Begleitverletzungen der Nerven, Gefäßen (Endarterien!) und Sehnen einhergehen
- Kontusionen: bis zum Beweis des Gegenteils als Fraktur aufzufassen
- Frakturen:
  - an den randständigen Phalangen und Mittelhandknochen (1. und 5. Strahl) sehr häufig
  - Meist handelt es sich um (metaphysäre) Schaftfrakturen.
  - Gelenkfrakturen sind selten, treten eher bei Jugendlichen auf und sind eine therapeutische Herausforderung.
- Bandverletzungen und Luxationen können schwer diagnostizierbar sein und treten eher bei größeren Kindern und Jugendlichen auf.
- Palmare Plattenausrisse am Mittelgelenk sowie Seitenbandausrisse an den Grund- und Mittelgelenken entstehen meist durch Ballsport.
- Verletzungen durch Strom führen zu tiefgreifenden Verbrennungen, nicht nur der Haut, häufig sind hier auch Muskeln, Nerven und Gefäße geschädigt.

Symptomatik

- Abhängig von der Verletzung kann es durch die Schwellung (durch Blutung oder Ödem), durch eine Fraktur oder durch eine partielle oder komplette Durchtrennung der Sehnen bzw. Bänder zu einer Bewegungseinschränkung kommen.
- Abhängig vom Ausmaß der Verletzungen kann diese diskret oder komplett sein.
- Durchblutungsstörungen und Sensibilitätsstörung bzw. Sensibilitätsausfall infolge einer partiellen oder kompletten Durchtrennung der Nerven oder Gefäßen dürfen nicht übersehen werden.

Diagnostik

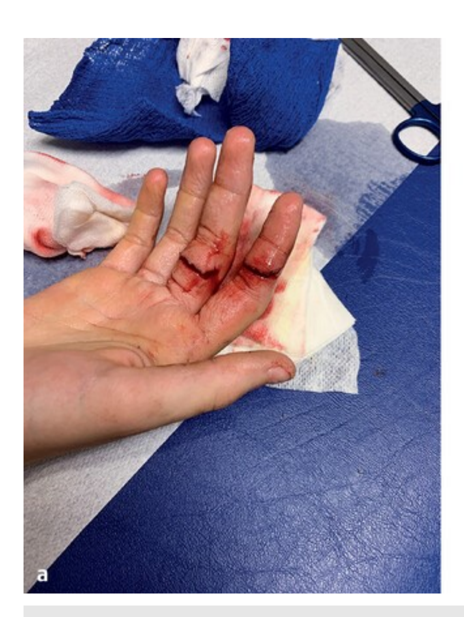
- Die wichtigsten Voraussetzungen für die richtige Diagnostik und Therapie einer Handverletzung sind die Kenntnisse der funktionellen Anatomie der Hand.
- Das heißt, nur nach einer ausführlichen Anamnese lässt sich der genaue Unfallhergang nachvollziehen.
- Im Anschluss folgt die gezielte klinische Untersuchung.
- Damit kann die präzise Diagnose gestellt und die notwendige Therapie indiziert werden [2].

Diagnostisches Vorgehen

- Anamnese mit Erhebung des Unfallhergangs – sofern möglich, abhängig vom Alter des Kindes
- Inspektion:
  - Gerade bei Kleinkindern ist sie von großer Bedeutung.
  - Es folgt die detaillierte Inspektion mit Analyse der passiven und aktiven Beweglichkeit.
  - Insbesondere die Stellung und Beugung der Finger gibt bereits Aufschluss zu möglichen Sehnenverletzungen.
- Überprüfung der Motorik, Durchblutung und Sensibilität muss unbedingt erfolgen.
- Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen bei Frakturverdacht (Schwellung, Fehlstellung, Bewegungseinschränkung)
- Sonografische Untersuchung in geeigneten Fällen, auch zur Darstellung der Nerven im

Carpusbereich

- Schnittbildverfahren: In manchen Fällen sind CT- oder MRT-Untersuchungen notwendig, insbesondere bei unklaren Fällen, gerade bei Jugendlichen:
  - CT zur Abklärung einer Handwurzelverletzung
  - MRT zur Abklärung von Bandverletzungen
- Bei auffälliger Anamnese, z.B. familiärer Koagulopathie, ist eine Labordiagnostik erforderlich.





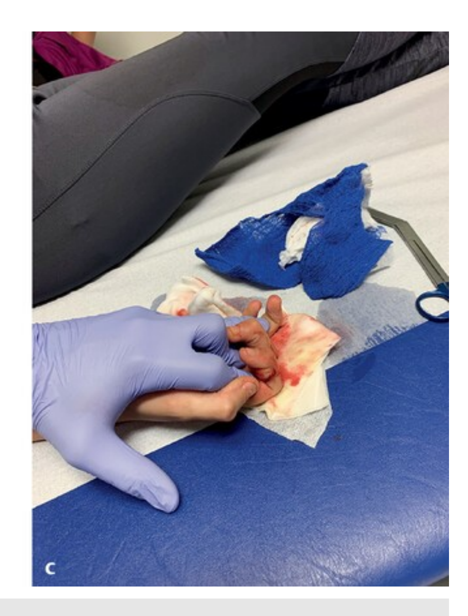


Abb. 344.1 Aktive Überprüfung der tiefen und oberflächlichen Beugesehnen an den dreigliedrigen Fingern.

Schnittwunde Finger (palmarseitig) mit Brotmesser beim 10-jährigen Jungen – klinische Untersuchung.

a Bei der Inspektion fällt auf, dass der Zeigefinger im Vergleich zu den anderen Langfingern deutlicher gestreckt erscheint, was als Verdachtsmoment für eine Beugesehnenverletzung gewertet werden muss.

b Die oberflächliche Beugesehne ist für die Beugung im Mittelgelenk zuständig; hierzu werden die nicht zu untersuchenden Finger gestreckt gehalten. In diesem Fall kann das Kind den Mittelfinger im Mittelgelenk beugen, sodass die Verletzung der oberflächlichen Beugesehne ausgeschlossen werden kann.

c Die tiefe Beugesehne setzt an der Endgliedepiphyse an. Die Mittelgelenke werden gestreckt gehalten. Kann das Kind das Endglied beugen, ist die Verletzung der tiefen Beugesehne ausgeschlossen.

Anamnese

- Auch vor der primären Versorgung einer aktiv blutenden Wunde muss der Unfallhergang eruiert werden:
  - Wodurch kam die Wunde zustande?
  - War Glas im Spiel?
  - Kann es einen verbliebenen Fremdkörper geben?
- Im Fall einer Verbrühung oder Verbrennung muss die Expositionszeit erörtert werden [2].
- Nach einer Einklemmung muss die Dauer erfragt werden.
- Bei jeder offenen Wunde muss der Impfstatus (Tetanus!) immer überprüft werden.

Körperliche Untersuchung

- genaue Inspektion der Wunde und ihrer Ausdehnung und Tiefe (Abb. 344.1)
- Stellung der Finger bei Wunden:
  - physiologische Beugung aller Finger muss vorhanden sein
  - Besteht ein Unterschied zur unverletzten Seite, so muss die Sehnenverletzung aktiv gesucht werden!
- Beugesehnenverletzung: Es gibt eine tiefe und eine oberflächliche Beugesehne!
  - Bei Durchtrennung der Profundussehne kann das Endglied beim fixierten Mittelgelenk nicht gebeugt werden (Abb. 344.1a).
  - Bei durchtrennter Superficialissehne kann das Mittelgelenk beim fixierten Grundgelenk nicht gebeugt werden.
  - Bei Durchtrennung beider Sehnen kann weder im Mittel- noch im Endgelenk gebeugt werden, trotzdem ist die Beugung im Grundgelenk möglich

(Handbinnenmuskulatur).

- Strecksehnenverletzung: Es gibt ein Streckerhäubchen über das Grundgelenk, ferner ein Mittelzügel bis zum Endglied und zwei Seitenzügel bis zum Mittelglied.
  - Verletzungen entstehen durch scharfe Gegenstände mit Durchtrennung der Sehne oder durch Ausriss der Insertion am Endglied. Die Strecksehne setzt dorsal an der Engliedepiphyse an.
  - Selten entsteht eine gedeckte Verletzung durch Gewalteinwirkung auf den im Endgelenk gebeugten Finger.
    - Es zeigt sich ein Streckdefizit des Endgelenkes.
    - Das Endglied ist unphysiologisch gebeugt gegenüber den unverletzten Fingern.

Bildgebende Diagnostik

Sonografie

- Viele geschlossene Verletzungen, inkl. Frakturen, können bei vorliegender Expertise mithilfe der Sonografie diagnostiziert bzw. abgeklärt werden.
- Nur bei einer offenen Wunde ist die sonografische Untersuchung wegen der Gefahr einer Kontamination kontraindiziert.

Röntgen

- Bei klinisch eindeutiger Fraktur erfolgen in der Regel Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen, damit die Operationsindikation gestellt werden kann.

CT

- Bei einer unklaren Verletzung, insbesondere bei größeren Kindern und Jugendlichen, und bei Verdacht auf eine Fraktur der Handwurzel (Scaphoid = Kahnbein) ist eine CT-Untersuchung indiziert.
- Selten erfolgt sie zum Ausschluss einer Stufenbildung oder eines Rotationsfehlers.

MRT

- selten zur Darstellung von Weichteilinfektionen bzw. von okkulten Frakturen indiziert
  - Eine MRT-Untersuchung mit STIR-Sequenz kann hier helfen.
  - Dies bietet Möglichkeiten, MR-Signale verschiedener Gewebe durch die Wahl einer TI (Inversionszeit) zu unterdrücken, die auf das entsprechende Gewebe angepasst ist [2].
- Ferner können Band- und Diskusverletzungen am Handgelenk bzw. an der Handwurzel mittels MRT visualisiert werden.

Szintigrafie

- sehr selten zur Darstellung von Handwurzelfrakturen indiziert
- zunehmend von der MRT abgelöst

Differenzialdiagnosen

- Laien, und somit auch Eltern und Kinder, unterschätzen die Langzeitfolgen einer Infektion an der Hand.
  - Es gibt aber Verletzungen, die einen septischen Verlauf nehmen können – mit nachfolgenden schweren funktionellen Störungen.
  - Auch hier ist die Anamnese von großer Bedeutung.
- septische Krankheiten: Abszess, Erysipel
- Gefürchtet sind septische Sehnenscheidenentzündungen, die zur Holhandphlegmone führen können.
- Nagelwallentzündungen (Umlauf bzw. Paronychie) können unbehandelt zu langwierigem Verlauf Anlass geben.

- rheumatische Erkrankungen
- juvenile idiopathische Arthritis
- Parästhesien an der Hand: Karpaltunnelsyndrom (CTS), Polyneuropathie, zervikoradikuläres Syndrom (sehr selten im Kindes- und Jugendalter)
- Überlastungstendinopathie, Enthesiopathie, kapsulo-synoviale Gelenksaffektionen
- Durchblutungsstörungen: selten im Kindesalter, z.B. Raynaud-Syndrom, Gefäßverschlüsse durch Thrombosen oder Embolien, Herzerkrankungen (Kawasaki-Syndrom) oder im Rahmen von septischen Erkrankungen (Waterhouse-Friedrichsen-Syndrom) bzw. Immunerkrankungen mit intravasalen Thrombosen

Therapie

- notfallmäßig am Unfallort: bei starker Blutung Abhilfe durch (provisorische) Kompression bzw. mit einem Druckverband
- Um das Risiko für ein Kompartmentsyndrom bei einer ausgeprägten Schwellung zu minimieren, sollten Kompressionsverbände unterbleiben.
- Ziel der Therapie ist die Wiederherstellung der betroffenen Strukturen und ihrer entsprechenden Funktionalität.

Therapeutisches Vorgehen

- Die meisten Finger- und Handverletzungen im Kindesalter können konservativ behandelt werden.
- Nach der Diagnostik wird entschieden, ob ein konservatives oder chirurgisches Vorgehen gewählt wird (Abb. 344.2).







Abb. 344.2 Hohlhandverletzung.

5-jähriger Junge, Schnittverletzung am Draht beim Versuch über einen Zaun zu klettern.

a Inspektion palmar.

b Inspektion dorsal.

c Intraoperativer Befund: Durchtrennung Nervenast. Gelber Pfeil: Durchtrennung Nervenast N8 (ulnarseitiger Nervenast des Ringfingers)

Konservative Therapie

- Wunden:
  - gründliche Reinigung und Revision unter Narkose oder Lokalanästhesie und Versorgung mit feinem, monofilem, nicht resorbierbarem Material (5–0 oder 6–0) Ruhigstellung auf Schiene zur Schmerzstillung
  - Impfstatus klären, mitunter Tetanusimmunisierung
- Fingerkuppenamputationen bis zu Zone I werden mit Folienverband behandelt, ab Zone II (bei vermuteter Nagelbettverletzung sowie freiliegender Knochen) ist eine operative Therapie indiziert.
- nicht oder tolerabel dislozierte Frakturen:
  - Gips-, Kunststoff- oder Böhlerschienen (industriell gefertigt) für 2–4 Wochen

  - alternativ: Hohlhandschiene aus thermoplastischem Material
  - Die Frakturheilung wird klinisch kontrolliert.
  - Bedenke: Die knöcherne Heilung am Handskelett (insbesondere an den Phalangen) wird im Röntgen erst nach 12–16 Wochen deutlich sichtbar. Ist der Kallus indolent auf Druck, so ist die Fraktur geheilt und die Schienenbehandlung kann beendet werden.
  - Eine physiotherapeutische Behandlung nach Frakturen der kindlichen Hand ist selten notwendig.
- Ausriss der palmaren Platte am Mittelgelenk (sogenannte Fibrocartilagoausriss): Ruhigstellung für 2–3 Wochen
- Fingerluxationen ohne Bandausriss: Ruhigstellung für 2 Wochen

Pharmakotherapie

- ausreichende Schmerztherapie, vorzugsweise NSAR (Ibuprofen, Diclofenac, NSAR = nichtsteroidales Antirheumatikum)
  - bei geringen Schmerzen Paracetamol
  - bei starken Schmerzen Metamizol
- Tetanus: Auffrischungsimpfung gemäß STIKO
- Tierbisswunde: postexpositionelle Tollwutimpfung gemäß STIKO (ständige Impfkommission)

Operative Therapie

- bei Gelenkfrakturen mit Dislokation und bei dislozierten Bandausrissen: Mini-K-Drähte, Mini-Schrauben
- Sehnenverletzungen werden in Vollnarkose unter Lupenbrillen genäht, dabei werden die Nerven dargestellt und bei Bedarf rekonstruiert.
  - Im Anschluss wird bei Kleinkindern und Vorschulkindern mit Gips behandelt.
  - Bei größeren Schulkindern und Jugendlichen kann die Nachbehandlung wie bei Erwachsenen nach Kleinert erfolgen.
- bei Sehnenverletzungen: Sehnennaht und anschließende Gipsruhigstellung (evtl. Nachbehandlung nach Kleinert)
- bei Schaftfrakturen mit Rotationsfehler oder Achsabweichung in der Frontalebene K-Drähte, Mini-Fixateur
- bei instabilen metaphysären Frakturen und Fugenlösungen K-Drähte
- bei um mehr als 30° abgekippten Mittelhandknochenfrakturen Mini-ESIN (elastisch stabile intramedulläre Nagelung)
- im Anschluss an alle Operationen Ruhigstellung für 2–3 Wochen
- nach Rekonstruktion einer Sehnenverletzung zwingend physiotherapeutische Nachbehandlung
- bei Verbrennungen/Verbrühungen:
  - Wundreinigung mit Debridement (Blasenabtragung), Abdeckung durch temporäre synthetische oder biologische Hautersatzmaterialien
  - bei tiefer thermischer Verletzung (Grad 2b oder 3) Hauttransplantation indiziert; Spalthaut dorsalseitig, Vollhauttransplantation palmar [2]

Nachsorge

- Bei Folienverband nach Fingerkuppenamputation wird ein wöchentlicher Verbandswechsel empfohlen.
- Die Alltagsfreigabe sowie die Sportfreigabe erfolgen durch den behandelnden Chirurgen.
- Eine klinische Verlaufs- bzw. Bewegungskontrolle ist zum Ausschluss frühzeitiger Komplikationen (wie Kontrakturen, Rotationsfehler, Bewegungseinschränkung, persistierende neurologische Ausfälle) zu empfehlen.

Verlauf und Prognose

- Komplikationen:
  - bei Wunden: Infektionen mit Beteiligung der Sehnenscheiden; Gefahr der Hohlhandphlegmone bzw. eines Kompartmentsyndroms
  - bei Frakturen: Belassen von Fehlstellungen in der Frontal- und Horizontalebene → korrigieren sich nicht spontan und behindern die Handfunktion
  - Funktionsausfall durch übersehene Sehnen-, Gefäß- und Nervenverletzungen
- Prognose: bei rechtzeitiger Diagnose und Therapie gut
- Korrektureingriffe gehen immer mit schlechteren Ergebnissen als die primär optimale Behandlung einher.

Literatur

Quellenangaben

- [1] Capstick R, Giele H. Interventions for treating fingertip entrapment injuries in children. Cochrane Database Systc Rev 2014; 4: CD009808
- [2] Deutsche Gesellschaft für Kinderchirurgie. S2k-Leitlinie zur Behandlung thermischer Verletzungen im Kindesalter (Verbrennungen/Verbrühungen) (04/2015). Im Internet: https://register.awmf.org/assets/guidelines/006–128l_S2K_Thermische_Verletzungen_Kinder_2015–04-abgelaufen.pdf; Stand: 13.09.2023
- [3] Dietz HG, Illing P, Schmittenbecher P et al. Praxis der Kinder- und Jugendtraumatologie. Heidelberg: Springer; 2011
- [4] Voth M, Lustenberger T, Frank J, Marzi I. Finger- und Handverletzungen bei Kindern – Eine epidemiologische Studie. Chirurg 2017; 88: 871–878

Apophysenabrisse

Nicolas A. Hoyos Celis

Steckbrief

Die Apophysenverletzungen entstehen typischerweise beim Sport und gegen Ende des Wachstums, wenn die Wachstumsfuge unter Hormoneinfluss vulnerabel ist [5]. Es lassen sich 2 Verletzungsformen unterscheiden: akute Ausrissverletzung infolge einer maximalen Muskelanspannung und chronische Apophysenlösung infolge repetitiver Mikrotraumata bei chronischer Überbelastung [2].

Synonyme

- Apophysenverletzungen
- Apophysenabriss
- Apophysenfraktur

Keywords

- CPM-Schiene („continuous passive motion“)
- Wachstumshormon = somatotropes Hormon (STH)
- CT-Untersuchung
- apophyseal fracture

Definition

Die Apophysen sind Knochenansätze in verschiedenen Skelettanteilen; sie dienen als Ansatz für Sehnen, Bänder oder Muskeln. Die Apophysen können mit dem epiphysären Hauptkern über eine Wachstumsfuge in Verbindung stehen, sind in der Regel aber völlig separat von der Epiphyse. Wie bei der Wachstumsfuge bilden sie ein eigenes Ossifikationszentrum, welches sich im Sinne einer Spina oder aber eines Tubers bzw. Tuberositas konfiguriert. Nach Wachstumsabschluss ossifiziert sich der Muskelansatz und nimmt die endgültige Form an [2].

Epidemiologie

- Gegen Ende des Wachstums mineralisieren sich die Apophysenfugen zunehmend, bis eine komplette Fusion zwischen Apophyse und Epi- bzw. Metaphyse resultiert, in aller Regel zwischen dem 12. und 16. Lebensjahr.
- Genau zu diesem Zeitpunkt besteht eine erhöhte Vulnerabilität der Apophysenfuge und somit eine erhöhte Verletzungsgefahr [2].

Häufigkeit

- Die häufigsten Lokalisationen der Apophysenverletzungen sind [2]:
  - Kniegelenk (30%)
  - Becken (23%)
  - Wirbelsäule (20%)
  - proximaler Femur (19%)

Altersgipfel

- Das Prädilektionsalter liegt zwischen dem 12. und 16. Lebensjahr [2].
- Es besteht eine Abhängigkeit von:
  - der Lokalisation (Ellenbogen früh, Becken und prox. Femur später)
  - dem Geschlecht (Mädchen in der Regel 2 Jahre früher als Jungs)
  - der Herkunft (nordeuropäische Kinder ca. 2 Jahre später als Mittelmeeranrainer)

Geschlechtsverteilung

- Aufgrund einer vermehrten Muskelmasse zusammen mit der unterschiedlichen hormonellen Situation und geschlechtstypischen Sportausübung sind Jungen deutlich häufiger betroffen als Mädchen.

Prädisponierende Faktoren

- Verminderung der mechanischen Belastbarkeit der Apophyse durch den Einfluss des Wachstumshormons [2] [3]

Ätiologie und Pathogenese

- Die Knorpelscheiben der Apophysen stellen unter dem hormonellen Einfluss am Ende der Wachstumsphase einen anatomischen Schwachpunkt dar.
- Eine kräftig ausgeprägte Muskulatur mit plötzlicher Anspannung führt durch Überschreiten der Haltekraft zum Ausriss.

Klassifikation und Risikostratifizierung

- Zu unterscheiden sind:
  - Apophysenabriss: Dieser entsteht akut, ist meist mit sportlicher Aktivität assoziiert und enthält mitunter Teile der Epi- oder Metaphyse.
  - Apophysenlösung: Diese entsteht aufgrund chronischer Überbelastung, ebenfalls durch sportliche Aktivitäten. Nur die Apophysenfuge ist betroffen.
- Verletzungen des Kniegelenkes: proximale Tibiaepiphyse, Tuberositas tibiae (Abb. 345.1):
  - Typ 1: Verletzung des distalen Anteils der Tuberositas
  - Typ 2: betrifft die kartilaginäre Grenze zwischen den beiden sekundären Ossifikationszentren
  - Typ 3: Lösung erstreckt sich bis ins Gelenk [1]
- Apophysenverletzung am Becken:
  - Diese werden in den meisten Fällen als stabile Läsionen am Becken im Kindes- und Jugendalter bezeichnet.
  - Beckenfrakturen werden nach Torode und Zieg klassifiziert [1]:

- Typ I: Avulsionsfraktur
- Typ II: Beckenschaufelfrakturen
- Typ III: einfache Beckenringfrakturen
- Typ IV: Berstungsfrakturen

- Apophysenläsionen am Becken:
  - Spina iliaca anterior inferior: Ausriss des Ansatzes des M. rectus femoris
  - Os pubis: Ausriss der Adduktorenansätze
  - Os ichii (Tuber ischiadicum): Ausriss der Flexorenansätze (M. biceps femoris, M. semitendinosus und M. semimembranosus)
  - Spina iliaca anterior superior: Ausriss des M. sartorius [1]
- Apophysenläsionen am proximalen Femur [1]:
  - am Trochanter minor: durch Zug des M. iliopsoas beim Sprinten
  - am Trochanter major: durch Zug der Abduktoren

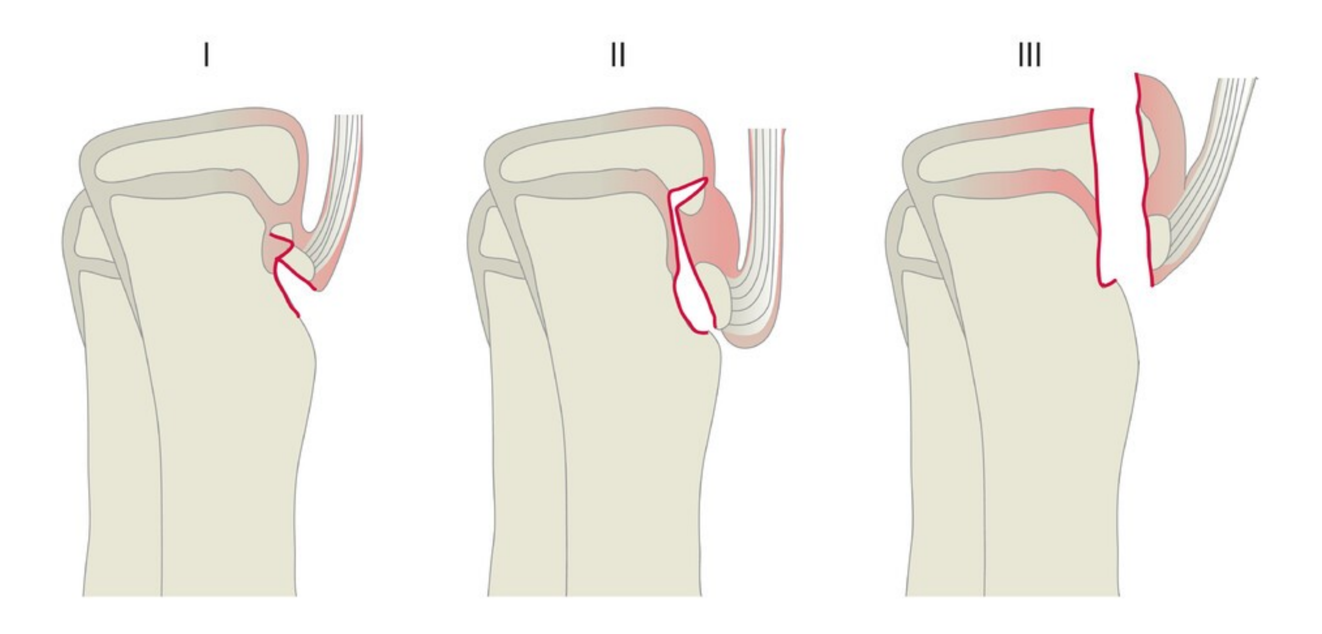


Abb. 345.1 Klassifikation der Apophysenverletzung.

Tuberositas tibiae.

Symptomatik

- Die Lösung der Apophysen geht mit einem akuten Schmerz einher.
- Sie führt zum abrupten Abbruch der Lauf- oder Sprungbewegung und endet meistens in einem Sturz.
- Eine aktive Bewegung der betroffenen Seite ist häufig nicht möglich.
- Es besteht eine Schonhaltung.
- Lokaler Druckschmerz und Schwellung sind nachweisbar.
- Je nach Lokalisation des Ausrisses kann das Laufen zwar möglich sein, es ist aber schmerzhaft eingeschränkt [5].

Diagnostik

Diagnostisches Vorgehen

- Die Anamnese sowie eine klinische Untersuchung spielen eine wichtige Rolle in der Diagnose.
- Zur Diagnosesicherung erfolgt eine radiologische Diagnostik (konventionelle Röntgenaufnahmen und/oder Sonografie).
- Selten ist bei jüngeren Patienten die Apophyse nicht verknöchert und somit im Röntgen nicht sichtbar.
- Sehr selten ist zur genauen Abklärung eine CT- oder MRT-Untersuchung indiziert.

Anamnese

- Akute Apophysenverletzungen treten immer nach maximaler Anspannung der Muskulatur beim Sport auf.
- Sehr selten entstehen sie, z.B. am Becken, infolge eines Hochrasanztraumas, wie ein Verkehrsunfall oder Sturz aus großer Höhe [3].
- Manche Verletzungen treten infolge einer chronischen Belastung auf, z.B. am proximalen Femur. In solchen Fällen ist die detaillierte Anamnese wichtig.

Körperliche Untersuchung

- Bei der initialen Inspektion sind oberflächliche Hämatome und Schwellung zu finden.
- Die entsprechende Region ist druckschmerzhaft.
- Bewegung gegen Widerstand ist schmerzhaft.
- Das Laufen kann möglich sein, ist jedoch immer schmerzhaft eingeschränkt.

Bildgebende Diagnostik

Röntgen

- Das betroffene Gelenk wird wie gewohnt in 2 Ebenen geröntgt (außer am Becken).
  - Kniegelenk in 2 Ebenen
  - Hüfte in 2 Ebenen
  - Röntgenübersichtsaufnahme des Beckens (Abb. 345.2, Abb. 345.3)

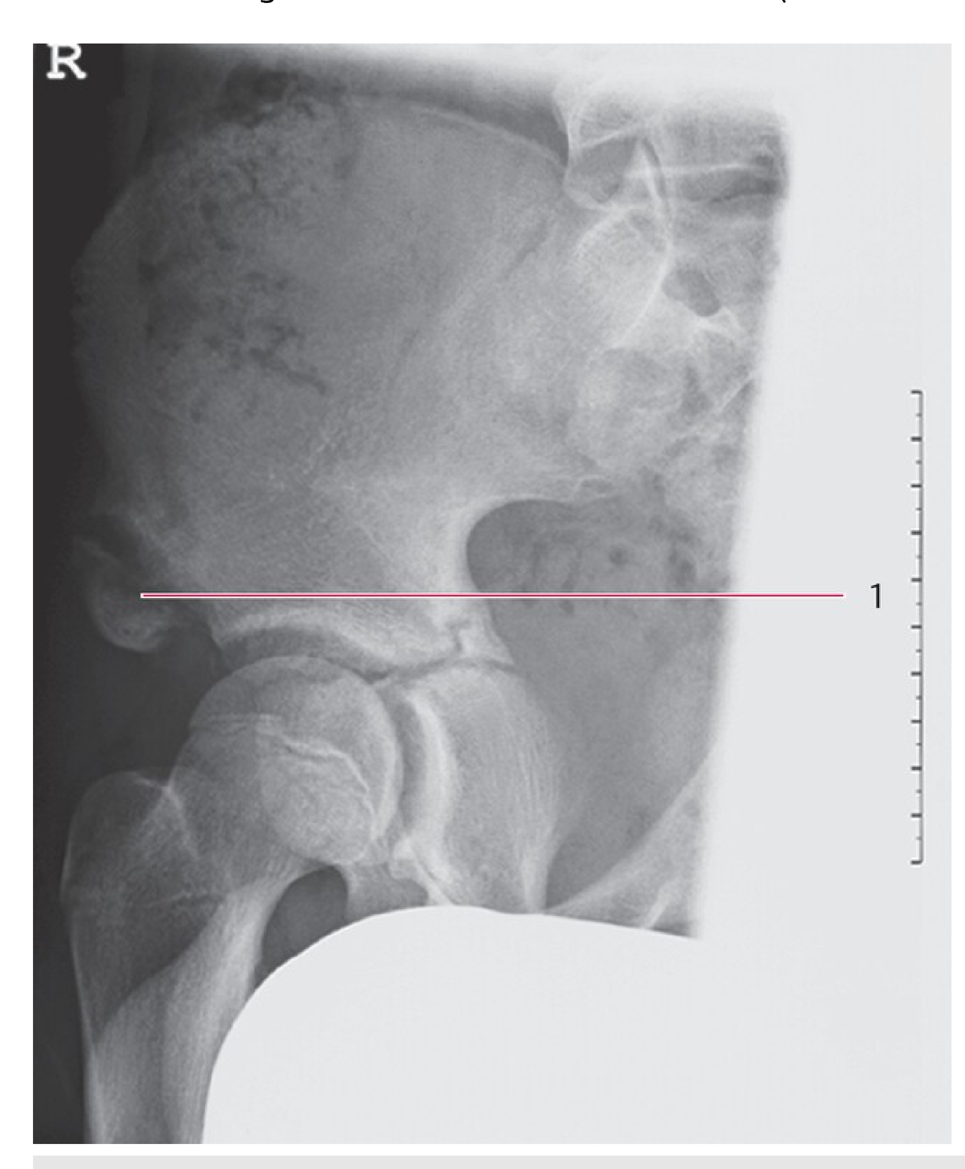


Abb. 345.2 Apophysärer Ausriss des M. rectus femoris an der Spina iliaca anterior inferior.

14-jähriger Nachwuchsfußballer. 1: Ausriss.

(Quelle: Müller-Wohlfahrt H, Ueblacker P, Binder A, Hänsel L. Apophysenausriss. In: Müller-Wohlfahrt H, Ueblacker P, Hänsel L, Hrsg. Muskelverletzungen im Sport. 3. Auflage. Stuttgart: Thieme; 2018.)

(Quelle: Müller-Wohlfahrt H, Ueblacker P, Binder A, Hänsel L. Apophysenausriss. In: Müller-Wohlfahrt H, Ueblacker P, Hänsel L, Hrsg. Muskelverletzungen im Sport. 3. Auflage. Stuttgart: Thieme; 2018.)

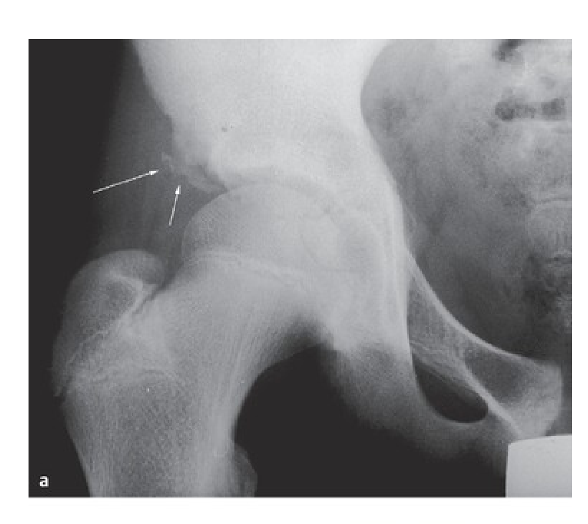




Abb. 345.3 Apophysenlösungen des Beckens.

Der 14-jährige Junge erlitt beim Ballspiel einen Sturz mit Überstreckung der rechten Hüfte. Die Behandlung besteht in der Entlastung bis zur Schmerzfreiheit.

a Apophysenausriss des Rektus von der Spina iliaca anterior inferior rechts.

b Massive Kallusformation einige Wochen nach dem Ausriss.

(Quelle: von Laer L, Schneidmüller D, Hell A. Stabile Läsionen ohne gravierende Spätfolgen. In: von Laer L, Schneidmüller D, Hell A, Hrsg. Frakturen und Luxationen im Wachstumsalter. 7., vollständig überarbeitete Auflage. Stuttgart: Thieme; 2020.)

CT

- Bei unsicherer Diagnose einer Beckenverletzung kann eine CT notwendig sein.

MRT

- Eine Kernspintomografie spielt in der Akutdiagnostik eine untergeordnete Rolle [1].
- Eine Fraktursonografie kann sehr aufschlussreich sein, setzt jedoch eine entsprechende Expertise voraus.

Differenzialdiagnosen

- Myositis ossificans
- Insertionstendinopathie (Enthesiopathie)
- Osteochondrom
- Enchondrom
- Chondrosarkom

Therapie

Therapeutisches Vorgehen

- abhängig von der Verletzungsart, der Lokalisation und dem Ausmaß der Dislokation konservative oder chirurgische Therapie

Konservative Therapie

- Verletzungen am Becken (sofern es sich um stabile Frakturen handelt):

    - Bettruhe, bis eine schmerzadaptierte Mobilisation möglich ist.
    - Entlastungsphase variiert je nach Subtyp der Verletzung und Patientenalter.
    - Röntgenverlaufskontrollen je nach Beschwerdebild 2–4 Wochen nach Trauma
    - Bei Leistungssportlern wird die operative Refixation der Apophysen empfohlen.
- Verletzung am proximalen Femur:
    - Entlastung an Gehstützen bis zur Schmerzfreiheit für 3–4 Wochen
    - Konsolidationsdiagnostik nach 5–6 Wochen
- Verletzung an der proximalen Tibia:
    - Ruhigstellung im Oberschenkelgips oder Tutor in 20°-Kniebeugung 4–6 Wochen, sofern keine Dislokation >2mm besteht
    - Röntgenkontrolle zum Ausschluss einer sekundären Dislokation nach Gipsanlage und nach 10d

> **Cave:**
>
> Bei Schmerzen während der Gipsbehandlung diese immer ernst nehmen und aktiv nach Komplikationen (Druckulkus, sekundäre Dislokation, Kompartmentsyndrom) suchen.

Pharmakotherapie

- ausreichende Schmerztherapie, vorzugsweise mit Antiphlogistika
- Tetanusauffrischimpfung nach STIKO bei offener Wunde

Operative Therapie

- Indikationen: nicht ausreichender Erfolg konservativer Maßnahmen (Leistungssport!) oder bei sekundäre Dislokation nach konservativen Maßnahmen
- am proximalen Femur:
    - Die Indikation zur operativen Refixation eines apophysären Fragments besteht bei einer Dislokation >1,5–2cm.
    - Die Fragmentfixation erfolgt überwiegend mit Schrauben (76%;), seltener mit Drähten (15%) oder Platten (9%) [3].
- an der proximalen Tibia: Fragmentfixation mittels (durchbohrter) Schraubenosteosynthese

Nachsorge

- nach operativer Therapie Abriss des Trochanter major: Konsolidationsdiagnostik nach 5–6 Wochen und Metallentfernung nach 8 Wochen (K-Drähte) oder 12 Wochen (Schrauben)
- Nach Schraubenosteosynthese an der proximalen Tibia erfolgt die Entlastung an Unterarmgehstützen bei freier Beweglichkeit im Kniegelenk für 4–5 Wochen.
    - Röntgenkontrolle postoperativ und nach 5 Wochen
    - Metallentfernung nach 3 Monaten möglich [1]
- Regelmäßige klinische Nachuntersuchung bis zu 2 Jahren nach dem Trauma sind zum Ausschluss von Beinlängendifferenzen und Achsfehlstellungen erforderlich [1].

Verlauf und Prognose

- Grundsätzlich ist die Restitutio ad integrum bei fast allen Frakturen die Regel.
- Ausbildung einer Pseudoarthrose, einer avaskulären Nekrose oder einer bleibenden ligamentären Instabilität kommt nur sehr selten vor.

Literatur

Quellenangaben

- [1] Dietz HG, Illing P, Schmittenbecher P et al. Praxis der Kinder- und Jugendtraumatologie. Heidelberg: Springer; 2011

- [2] Nowack K, Schlickewei W. Apophysenverletzungen. OUP 2013; 12: 588–592
- [3] Nowack K, Schlickewei W. Beckenring- und Apophysenverletzungen im Kindes- und Jugendalter. Unfallchirurg 2013; 116: 1069–1075
- [4] Schulze A, Schmittenbecher P. Apophysenausrisse in der Beckenregion im Kindes- und Adoleszentenalter. Unfallchirurg 2021; 124: 519–525
- [5] Wolf R. Apophysenausrisse. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 2000; 51: 305–306

Avulsion der Eminentia intercondylaris und Ruptur des vorderen Kreuzbands

Tilmann Rückauer

Steckbrief

Die Avulsion der Eminentia intercondylaris entspricht von auslösender Ursache und Verletzungsmuster der Ruptur des vorderen Kreuzbands des Erwachsenen. Jedoch bleibt bei Kindern und Jugendlichen bis ca. 12 Jahren das Kreuzband zumeist intakt und bricht daher mit dem knöchernen Ansatz aus dem Schienbeinkopf aus. Erst bei älteren Jugendlichen tritt eine ligamentäre Kreuzbandruptur auf. Die Behandlung des knöchernen Ausrisses ist in der Mehrzahl der Fälle konservativ, bei stärker dislozierten Fällen operativ.

Aktuelles

- Diagnosestellung und operative Therapie des knöchernen Ausrisses oder der ligamentären Ruptur des vorderen Kreuzbands zeigen in den letzten Jahren deutlich steigende Zahlen.
- Als Ursache wird eine verfeinerte Diagnostik ebenso wie kompetitivere Ausübung des Freizeit- und Kadersports oder auch Asymmetrie zwischen Trainingszustand und sportlicher Anforderung diskutiert.

Synonyme

- knöcherner Ausriss des vorderen Kreuzbands
- VKB-Ruptur des Kindes
- tibial eminence fracture
- chondroepiphyseal avulsion of the ACL insertion

Keywords

- knöcherner Kreuzbandausriss des Kindes
- Ruptur des vorderen Kreuzbands

Definition

Die Avulsion der Eminentia intercondylaris ist eine Verletzung des vorderen Kreuzbands, beim Kind noch als knöcherner Ausriss am Tibiaplateau (Eminentia intercondylaris), beim Jugendlichen dann intraligamentär.

Epidemiologie

- Bei den Eminentia-intercondylaris-Ausrissen handelt es sich um eine seltene Verletzungsform.

Häufigkeit

- Die Avulsion der Eminentia intercondylaris macht etwa 3 Frakturen pro 100000 Kinder pro Jahr aus und stellt ca. 2% der Knieverletzungen beim Kind [3].
- Rupturen des vorderen Kreuzbands treten bei älteren Jugendlichen dann häufiger auf.

Altersgipfel

- Unter 7 Jahren gibt es nur vereinzelte Fälle von Eminentia-intercondylaris-Frakturen, sie treten typischerweise zwischen 8 und 14 Jahren auf, wobei sie ab 12 Jahren zunehmend von ligamentären Kreuzbandrupturen ohne knöchernen Ausriss abgelöst werden [2] [3].

Geschlechtsverteilung

- Entsprechend der sportlichen Aktivitäten sind Jungen häufiger als Mädchen betroffen.

Prädisponierende Faktoren

- Fußballspiel
- unzureichende muskuläre Schutzfunktion (Trainingsmangel)

Ätiologie und Pathogenese

- Durch abrupte Bremsbelastung oder Hyperextension des Knies kommt es zur Überlastung des vorderen Kreuzbands (VKB) und zum knöchernen Ausriss an der Eminentia intercondylaris, solange beim Kind das Band noch stabiler als der knöcherne Ansatz ist.
- Beim Jugendlichen treten dann die intraligamentären VKB-Rupturen auf.

Klassifikation und Risikostratifizierung

- Entsprechend der Dislokation wird die Avulsion der Eminentia intercondylaris nach Meyers und McKeever in 4 Typen eingeteilt [2]:
  - Typ I: geringe ventrale Anhebung der Eminentia
  - Typ II: ventrale Anhebung der Eminentia mit erhaltenem dorsalem Kontakt
  - Typ III: Eminentiaausriss mit vollständiger Dislokation
  - Typ IIIa: wie Typ III, jedoch mit Drehung des Fragments
- VKB-Rupturen werden in akut und chronisch (<3 bzw. >3 Wochen) sowie komplett und partiell unterschieden.

Symptomatik

- akut: Schmerzen im Knie, Schwellung/Gelenkerguss, eingeschränkte Beweglichkeit
- chronisch: „giving way“-Phänomen = Gefühl, das Knie rutscht weg, insbesondere beim Treppen heruntergehen

Diagnostik

Diagnostisches Vorgehen

- Aus der Anamnese und körperlichen Untersuchung ergibt sich bereits der Verdacht.
- Dieser wird in der radiologischen Bildgebung erhärtet.

Anamnese

- Schilderung des Unfallhergangs: häufig abruptes Stoppen bei überstrecktem oder gebeugtem Knie mit nachfolgendem Sturz aufgrund der schmerzbedingten Nichtbelastbarkeit

Körperliche Untersuchung

- Inspektion: Schwellung des Knies mit verstrichenen Konturen
- Palpation:
  - Ertasten des Gelenkergusses (tanzende Patella)
  - Prüfen der peripheren Durchblutung, Motorik und Sensibilität
  - Prüfen der Bandstabilität, wobei eine vordere Schublade nur bei Typ III auftritt und in der Akutsituation ggf. schmerzbedingt nicht sicher prüfbar oder durch den Hämarthros kaschiert sein kann
    - Da für die Schubladen-Untersuchung das Knie 90° gebeugt werden muss, gelingt diese Untersuchung oft nicht.
    - Dann bietet sich der Lachmann-Test an. Dieser wird in Rückenlage mit 20–30° gebeugtem Knie durchgeführt und ist genauer als der Schubladen-Test.

Labor

- verzichtbar, außer bei anamnestisch bekannter Gerinnungsstörung

Bildgebende Diagnostik

- Die Diagnosestellung stützt sich nach der Anamnese und körperlichen Untersuchung maßgeblich auf die radiologische Bildgebung.

Sonografie

- Die Sonografie kann das Ausmaß des Gelenkergusses quantifizieren.
- Zur Frakturdiagnostik hat sie hier keinen Stellenwert.

Röntgen

- Diagnostik der ersten Wahl: Röntgenaufnahme des Knies in zwei Ebenen (a.p. und seitlich; Abb. 346.1)

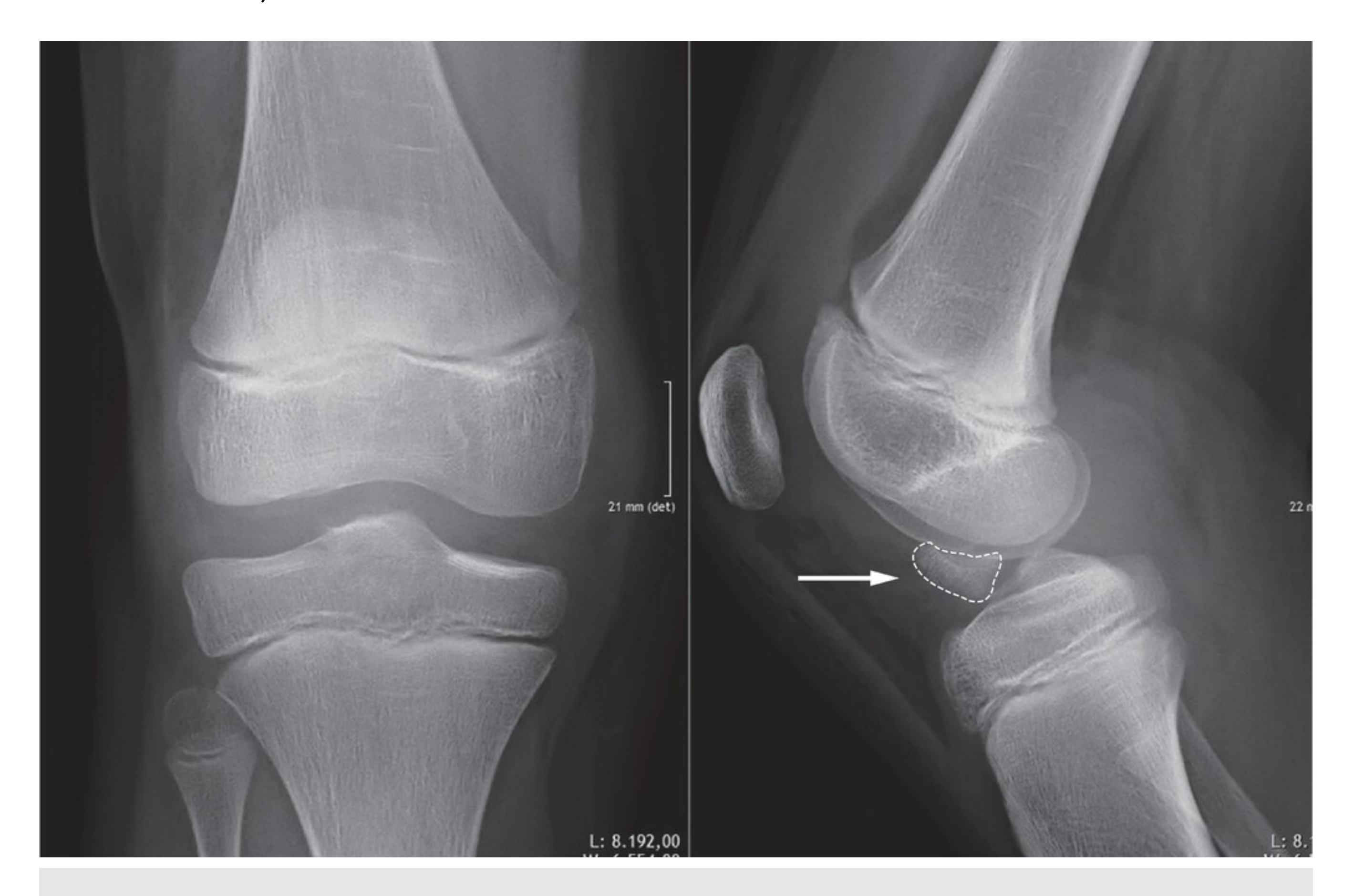


Abb. 346.1 Knöcherne Ausrissfraktur der Eminentia intercondylaris.

Beispiel einer knöchernen Ausrissfraktur der Eminentia intercondylaris, Typ III nach Meyers und McKeever, initiale Röntgenaufnahme. (Pfeil= Fragment mit Dislokation.)

(Quelle: Kinderchirurgische Klinik und Kinderradiologie der Universitätsmedizin Mannheim)

(Quelle: Kinderchirurgische Klinik und Kinderradiologie der Universitätsmedizin Mannheim)

CT

- keine Fragestellung mit rechtfertigender Indikation für CT

MRT

- kann bei Verdacht auf ligamentäre/kartilaginäre Mitbeteiligung der Kniebinnenstrukturen ergänzend durchgeführt werden
- Bei Typ II und III können die Meniskusvorderhörner mitbetroffen und in den Frakturspalt eingeschlagen sein.

Intraoperative Diagnostik

- Durchleuchtung (Fluoroskopie) zur Beurteilung des Repositionsergebnisses
- Bei höhergradigen (Typ II und III) Verletzungen kann arthroskopisch die Überprüfung der Meniskusvorderhörner erfolgen.

Differenzialdiagnosen

- s. Tab. 346.1

Tab. 346.1 Differenzialdiagnosen der Avulsionsverletzung der Eminentia intercondylaris.

Differenzialdiagnose	Häufigkeit der	wesentliche	Sicherung der

(absteigend sortiert nach klinischer Relevanz)	Differenzialdiagnose in Hinblick auf das Krankheitsbild (häufig, gelegentlich, selten)	diagnostisch richtungsweisende Anamnese, Untersuchung u./o. Befunde	Diagnose
Distorsion des Knies	häufig	fehlender Gelenkerguss, kein knöcherner Ausriss	Beschwerdefreiheit nach wenigen Tagen
Tuberositas-tibiae-Ausriss	selten	knöcherner Ausriss der Tuberositas tibiae, Kraftverlust der Kniestrecker	Röntgen

Therapie

Therapeutisches Vorgehen

- Ziel der Therapie ist eine stabile Ausheilung des knöchernen Ausrisses bzw. des vorderen Kreuzbands, um dem Knie im Alltag und Sport Stabilität zu verleihen und die Entwicklung von chronischen Schäden (Meniskusschäden, Kniegelenksarthrose) zu verhindern.

Allgemeine Maßnahmen

- Schmerztherapie: Analgetika (s. Kap. Pharmakotherapie) + Ruhigstellung
- Ruhigstellung auf Oberschenkeltutorschiene = Schmerztherapie bereits vor der Reposition in Narkose

Konservative Therapie

- Bei der Typ-I-Verletzung besteht keine wesentliche Dislokation und das Knie wird im Gipstutor über 4 Wochen bis zur knöchernen Heilung ruhiggestellt.
- Der spongiöse Knochen benötigt 4 Wochen zur sicheren Heilung.
- Die Avulsion der Eminentia intercondylaris wird bei Typ II und III (Abb. 346.2) durch Überstreckung des Kniegelenkes reponiert und im zirkulären Oberschenkeltutor ruhiggestellt.
- Eine Entlastung an Unterarmgehstützen ist nicht erforderlich, der Patient darf, sobald er schmerzfrei ist, beim Gehen vollbelasten.



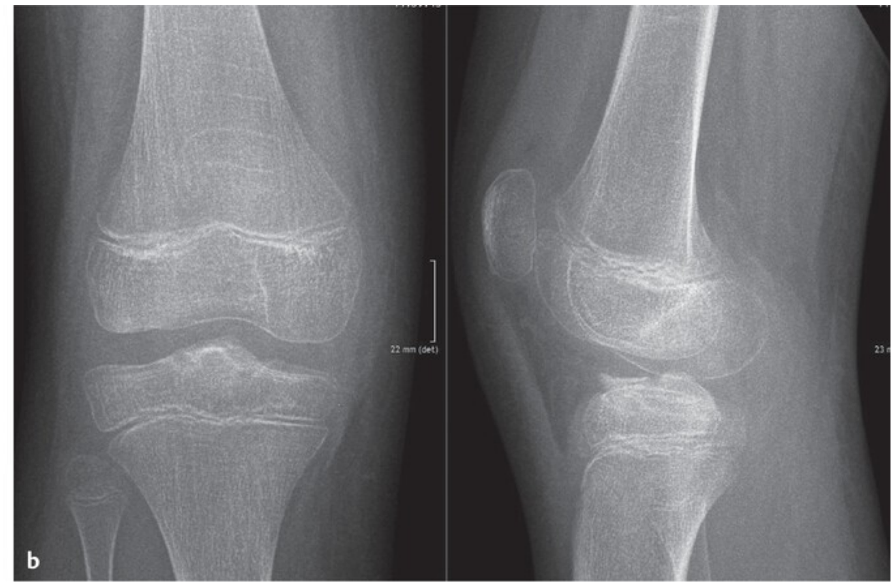


Abb. 346.2 Knöcherne Ausrissfraktur der Eminentia intercondylaris.

Beispiel einer knöchernen Ausrissfraktur der Eminentia intercondylaris, Typ III nach Meyers und McKeever, konservative Therapie.

a Geschlossene Reposition und überstreckte Tutorruhigstellung.

b Konsolidierung. Hier fällt nach der Ruhigstellung eine Osteopenie auf, die sich nach körperlicher Belastung wieder zurückbilden wird.

(Quelle: Kinderchirurgische Klinik und Kinderradiologie der Universitätsmedizin Mannheim)

Pharmakotherapie

- Schmerztherapie:
  - Paracetamol (10–15mg/kg KG, bis 4×/d) und/oder nicht steroidale Antiphlogistika (z.B. Ibuprofen 10mg/kg KG bis 3×/d)

    - bei stärkeren Schmerzen Kombination von Codein mit Paracetamol
- Thromboseprophylaxe: Enoxaparin 20mg s.c. 1×/d bei Immobilisation eines Jugendlichen >50kg KG

Operative Therapie

- Bei Typ III der Fraktur der Eminentia intercondylaris ist eine arthroskopisch unterstützte Refixation mittels epiphysärer, fugenschonender Schraubenosteosynthese angezeigt, wenngleich eine konservative Therapie ebenfalls möglich ist.
- Bei Typ II kann eine Arthroskopie zur Überprüfung der Meniskusvorderhörner erwogen werden. Sie ist erforderlich, wenn beim konservativen Therapieversuch ein Repositionshindernis besteht [1] [2] [3].

Nachsorge

- Röntgenkontrolle intraoperativ, zur Stellungskontrolle nach 1 Woche sowie zur Konsolidierung nach 6 Wochen
- konservativ: Ruhigstellung für 4–6 Wochen, währenddessen ist eine axiale Belastung beim Gehen erlaubt
- operativ: Ruhigstellung für 2 Wochen, dann Bewegungsübungen
- isometrische Übungen zur Kräftigung der Oberschenkelstrecker und -beuger bereits während Ruhigstellung beginnen
- Sportbeginn sinnvoll, sobald Knie bezüglich Bewegungsumfang und Kraft wieder der unverletzten Seite vergleichbar ist [3]

Verlauf und Prognose

- Anatomisch eingeheilte Avulsionsfrakturen oder stabil verheilte VKB-Reparaturen haben eine gute Prognose bezüglich Funktion, Stabilität und Beschwerdefreiheit des Kniegelenkes.
- Folgende Komplikationen können auftreten:
    - Zu lange Ruhigstellung oder höheres Patientenalter bergen das Risiko einer eingeschränkten Beweglichkeit des Kniegelenkes.
    - Fugenkreuzende Osteosynthesen oder VKB-Ersatzplastiken können einen vorzeitigen Fugenschluss und nachfolgend eine Achsfehlstellung durch Wachstumsstörung bewirken.
    - Pseudarthrosen sind selten.
    - Bleiben stärker dislozierte Avulsionen unbehandelt, drohen frühzeitige Kniegelenksarthrosen [3].
    - Übersehene Meniskusverletzungen können zum chronischen Gelenkerguss und zur Kniegelenkblockade führen.

Besonderheiten bei bestimmten Personengruppen

Besonderheiten bei Schwangeren

- Sollte eine von dieser Fraktur betroffene Jugendliche schwanger sein, sind besondere Strahlenschutzmaßnahmen zum Schutz des ungeborenen Kindes erforderlich und die Indikation für eine CT noch strenger zu prüfen.

Besonderheiten bei Kindern und Jugendlichen

- Die knöchernen Avulsionen treten nur bei Schulkindern auf.
- Rupturen des vorderen Kreuzbands beginnen ab dem Jugendalter.

Besonderheiten bei alten Patienten

- Bei älteren Erwachsenen ohne sportliche Anforderungen werden VKB-Rupturen auch konservativ behandelt, ansonsten besteht die Empfehlung der operativen Therapie.

Literatur

Quellenangaben

- [1] Casalonga A, Bourelle S, Chalencon F et al. Tibial intercondylar eminence fractures in children: The long-term perspective. Orthop Traumatol Surg Res 2010; 96: 525–530
- [2] Marzi I, Rose S, Rose-John S, Hrsg. Kindertraumatologie. 3. Aufl. Berlin Heidelberg: Springer; 2016
- [3] Shin YW, Uppstrom TJ, Haskel JD et al. The tibial eminence fracture in skeletally immature patients. Curr Opin Pediatr 2015; 27: 50–57

Schädel-Hirn-Trauma im Kindesalter

Nicolas A. Hoyos Celis, Michaela V. Bonfert

Steckbrief

Kopfverletzungen im Kindesalter führen häufig (insbesondere bei kleinen Kindern) zu einer Vorstellung in einer Praxis oder Notfallambulanz und ziehen häufig eine stationäre Aufnahme zur Überwachung nach sich. Die ausführliche Anamnese und eine detaillierte körperliche und neurologische Untersuchung spielen eine sehr wichtige Rolle bei allen Kindern, die ein leichtes bis schweres Schädel-Hirn-Trauma (SHT) erlitten. Die prompte Diagnose und adäquate Therapie von SHT im Neugeborenen- bis zum Jugendalter führen zu einer konsequenten Abnahme der Letalität des SHT. 2022 erschien die neue, überarbeitete AWMF-Leitlinie zum Schädel-Hirn-Trauma im Kindes- und Jugendalter.

Aktuelles

- Indikationen zur Bildgebung aus der neuen Leitlinie [2]:
  - obligate Indikationen zur sofortigen CT des Schädels: schweres SHT, Koma/Bewusstlosigkeit, anhaltende Bewusstseinstrübung, fokale neurologische Störungen, Krampfanfall, Verdacht auf Impressionsfraktur, Schädelbasisfraktur und offene Verletzungen
  - fakultative Indikationen zur Bildgebung: schwerwiegender Unfallmechanismus, starke, anhaltende Kopfschmerzen, wiederholtes Erbrechen, Intoxikation mit Alkohol/Drogen, V.a. Gerinnungsstörung, VP-Shunt, unklare Angaben zur Vorgeschichte → bevorzugt cMRT

Synonyme

- leichtes SHT: Gehirnerschütterung, Commotio cerebri, Contusio cerebri, concussion
- head injury
- traumatic brain injury

Keywords

- Schädel-Hirn-Trauma
- Glasgow-Coma-Skala (GCS; Glasgow-Koma-Skala)
- Elektroenzephalografie (EEG)
- basic life support (BLS)
- pediatric advanced life support (PALS)
- intracranial pressure (ICP)
- Glasgow-Outcome-Score (GOS)
- Post-concussion syndrome
- postkommotionelles Syndrom

Definition

Ein Schädel-Hirn-Trauma ist eine Hirnfunktionsstörung mit oder ohne zusätzliche Verletzungen des Schädels und/oder des Gehirns und/oder der intrakraniellen Gefäße als Folge eines direkten Traumas (z.B. nach Sturz mit Kopfanprall) oder indirekten Traumas (z.B. Akzelerations-

Dezelerations-Trauma ohne Kopfanprall).

Epidemiologie

- Weltweit geht das SHT mit einer hohen Mortalität einher.
- In Deutschland ist es im Kindesalter die häufigste Todesursache und Ursache von bleibender Behinderung.
- Ferner ist das SHT mit Hirnsubstanzschädigung in ca. 1500 Fällen (populationsbezogen) jährlich für bleibende Invalidität verantwortlich.
- Die Notwendigkeit einer Behandlung, insbesondere bei Kindern und Jugendlichen bis 15 Jahren, nahm in den letzten Jahren deutlich zu [9].
- Mutmaßliche Ursache könnte das geänderte Freizeitverhalten von Kindern und Jugendlichen sein, aber auch die zunehmende Awareness für die leichten SHT/ Gehirnerschütterungen.
- Auch die Anzahl der intrakraniellen Verletzungen bei Kindern unter 15 Jahren nimmt in Deutschland zu, wobei Säuglinge die größte Gruppe darstellen. Hierzu gehören auch die Verletzungen nach Schütteltrauma infolge einer Kindesmisshandlung.
- Weder in der Forschung noch in klinischen Studien ist bislang ein Schwerpunkt auf Geschlechtsunterschiede gelegt worden, obwohl diese Forschung von Bedeutung ist [3] [13] [12].

Häufigkeit

- Im Jahr 2013 hatten in Deutschland etwa 240000 Patienten jeden Alters ein Schädel-Hirn-Trauma [9].
- In 26–57% der Fälle waren Verkehrsunfälle für das SHT verantwortlich.
- Zweithäufigste Ursache waren Stürze.
- Für das Jahr 2019 wurden ca. 115000 stationäre Behandlungen von Kindern und Jugendlichen aufgrund einer Kopfverletzung verzeichnet [11].
  - Ca. 70% dieser Patient:innen erhielten die Diagnose SHT, von diesen wiederum die überwiegende Mehrheit (ca. 95%) die Diagnose S06.0 für ein leichtes SHT.
  - Ambulante Vorstellungen und nicht zur Inanspruchnahme führende leichte SHT sind in dieser Zahl noch nicht erfasst.

Altersgipfel

- In Zentraleuropa zeigt sich folgende Altersverteilung beim SHT (Kinder und Jugendliche):
  - 36,9% der Kinder sind Säuglinge (<1 Jahr).
  - 26,6% sind Kleinkinder (1–4 Jahre).
  - Jeweils 17% sind Schulkinder (5–9 Jahre) bzw. Prä-Adoleszenten (10–14 Jahre).
  - 2,5% der Patienten sind über 15 Jahre.

Geschlechtsverteilung

- Zur Geschlechtsverteilung dieser Erkrankung im Kindesalter gibt es auch in der überarbeiteten AWMF-Leitlinie keine Angaben.
- In älteren Studien aus den 1990er-Jahren wurde festgestellt, dass ab dem Alter von 2 Jahren Jungen häufiger betroffen waren als Mädchen [12].

Prädisponierende Faktoren

- Relativ zur Körpergröße und Nackenmuskulatur des Säuglings ist der Kopf sehr groß und schwer, wodurch er bei Stürzen vom Wickeltisch oder beim Laufen lernen besonders häufig ungebremst aufprallt.
- Bei Kleinkindern, die ihre Umgebung mit zunehmendem Bewegungsradius erkunden, aber noch nicht einschätzen können, treten häufig Stürze auf, ebenso bei Jugendlichen mit zunehmender Motorisierung [9] [10].

Ätiologie und Pathogenese

- In Folge der mechanischen Krafteinwirkung auf den Kopf und das Gehirn und den dabei auf die Gehirnsubstanz einwirkenden Scherkräfte kommt es zu einer Hirnfunktionsstörung.
- Je nach Ausmaß der Kräfte kann die Schädigung von einer nur kurzen, passageren leichten Funktionsstörung über axonale Schädigung (fokaler oder diffuser axonaler Schaden mit Mikroblutungen) bis hin zu intrazerebralen Blutungen reichen.
- Daneben können bei direktem Aufprall bzw. Coup-contre-Coup-Mechanismus Hirnkontusionen entstehen.
- Als mögliche weitere Verletzungen in Folge der Krafteinwirkung können mit und ohne Schädelfraktur intrakranielle – insbesondere epidurale – Blutungen auftreten, welche in der Folge zu einer Verdrängung und Minderperfusion des Hirngewebes mit einem konsekutiven Sauerstoffmangel bzw. bis zur Einklemmung führen können.
- Je nach Kraftausmaß und primärem Schädigungsmuster werden sekundäre pathophysiologische Mechanismen angestoßen, die in der Folge bis hin zum generalisierten Hirnödem und damit einhergehenden intensivmedizinischen Komplikationen führen können.
- Aufgrund der gestörten Gewebeperfusion und der zusätzlichen posttraumatischen Hypotension kann es bis zur Ischämie kommen.
- Insbesondere das Management der arteriellen Hypotension und Hypoxie spielen für die Prognose eine wichtige Rolle.
- In den ersten Lebensjahren ist die Elastizität des Schädelknochens höher, hier haftet die Dura dem Knochen stark an, aber die Haftung der Galea aponeurotica auf dem Knochen ist geringer, deswegen treten in diesem Alter weniger epidurale und mehr subgaleale Hämatome auf.

Klassifikation und Risikostratifizierung

- Die Schweregradeinteilung erfolgt traditionell durch die Glasgow-Koma-Skala (GCS) in:
    - leichtes SHT (GCS 13–15 Punkte)
    - moderates SHT (GCS 9–12 Punkte)
    - schweres SHT (GCS <9 Punkte)
- In der Regel wird der initial bei medizinischer Behandlung erhobene GCS zur Einstufung herangezogen.
- Der GCS ist nur eine Momentaufnahme, weshalb insbesondere zur Erkennung einer sekundären Verschlechterung des Zustands eine engmaschig wiederholte Erhebung erfolgen sollte.

Symptomatik

- Beim leichten SHT handelt es sich um ein Trauma ohne oder mit nur kurzzeitiger Vigilanz- und/oder Bewusstseinsstörung und/oder Desorientierung und/oder kurzzeitiger ante- oder retrograder Amnesie [1] [6] [7] [8].
    - Hier zeigen sich typische Symptome der passageren Hirnfunktionsstörung, wie Benommenheit, Kopfschmerzen, Sehstörungen und der oft begleitenden vestibulären Funktionsstörung (Übelkeit, Erbrechen, Schwindel).
    - Auch verhaltensseitige (Reizbarkeit, Ängstlichkeit) und leichte Erschöpfbarkeit/ erhöhte Müdigkeit zeigen sich häufig.
- Kinder mit höhergradigem SHT zeigen entsprechend eine zunehmende oder länger andauernde Orientierungs-, Vigilanz- oder Bewusstseinsstörung und – je nach Schädigungsmuster – ggf. fokal-neurologische Symptome, ggf. Krampfanfälle, ggf. Zeichen der intrakraniellen Drucksteigerung sowie ggf. klinische Zeichen für eine Schädel(basis-)fraktur.

Diagnostik

- Eine erfolgreiche Therapie, um Komplikationen oder permanente Schädigung zu minimieren, hängt von einer prompten Diagnose ab.

Diagnostisches Vorgehen

- Anamneseerhebung
- körperlich-neurologische Untersuchung
- Labordiagnostik (insbesondere bei schwerem SHT im Rahmen des Schockraumprotokolls, z.B. Blutgruppe, BGA, Gerinnungsparameter, Prüfung auf Rhino- oder Otoliquorrhö)
- Schädelsonografie
- Schädel-CT
- Schädel-MRT
- EEG
- s. [1] [2] [5] [6] [7] [8]

Anamnese

- Wichtige Daten, welche auch am Unfallort erhoben werden können, sind unter anderem der genaue Unfallhergang und -zeitpunkt sowie die Symptomatik direkt nach dem Trauma, insbesondere die Dauer einer Bewusstlosigkeit.
- Kinder über 4 Jahre können in der Regel selbständig den genauen Unfallmechanismus beschreiben, sofern sie nicht unter einer retrograden Amnesie leiden.
- Mithilfe der Anamnese kann man bereits einen orientierenden Eindruck über den neurologischen Zustand des Kindes gewinnen.
- Die Anamnese dient dazu, das Risiko für eine intrakranielle Komplikation nach einer Kopfverletzung einzuschätzen (insbesondere hoch bei Sturz >1,5m und Hochrasanztrauma im Straßenverkehr bzw. unbehelmtem Sturz im Sport, vorbestehender Blutungsneigung).
- Bei unklarem Unfallmechanismus oder Verdacht auf Kindesmisshandlung ist ein zusätzliches Gespräch mit dem Kinderarzt erforderlich, um wichtige Informationen zur Vorgeschichte zu eruieren.

Körperliche Untersuchung

- Die erste Maßnahme vor einer ausführlichen Untersuchung ist die Stabilisierung von Atmung und Kreislauf nach BLS- („basic life support“) und PALS-Schema („pediatric advanced life support“).
- Das Suchen nach einer fluktuierenden Schwellung am Schädel oder palpatorische Stufen ist von großer Bedeutung bei V.a. eine Schädelfraktur.
- Allerdings ist die klinische Untersuchung bei der Beurteilung etwaiger Frakturen zu ungenau. Hier zeigt sich die Sonografie als sehr hilfreich.
- Es erfolgt – insbesondere im Säuglings- und Kleinkindesalter – eine pädiatrische und neurologische Untersuchung bei vollständig entkleidetem Kind – auch, um eine Kindesmisshandlung (alte Verletzungen) nicht zu übersehen.
- Zusammen mit der Anamnese dient die sorgfältige klinische Untersuchung dazu, das Ausmaß der Hirnfunktionsstörung und mögliche Zeichen einer klinisch relevanten/relevant werdenden intrakraniellen Komplikation zu erfassen.

Bildgebende Diagnostik

Sonografie

- Im Säuglingsalter oder Kleinkindesalter bei noch offener Fontanelle ist die Diagnose intrakranieller (z.B. Hämatom – aber Cave: oft eingeschränkte Beurteilbarkeit der hinteren Schädelgrube) sowie extrakranieller Verletzungen (z.B. Kalottenfraktur) möglich.

CT

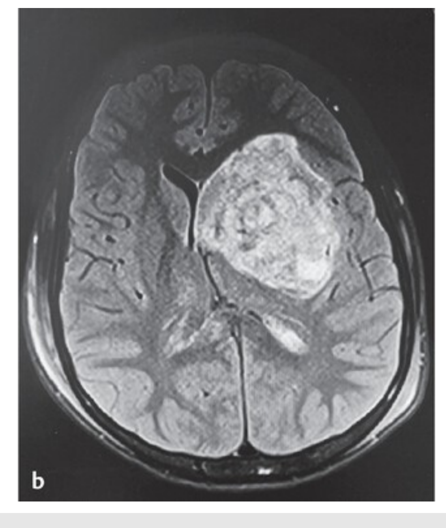
- Goldstandard der Notfallbildgebung zum Ausschluss einer intrakraniellen Blutung, Hirndruck und Fraktur (Abb. 347.1)
- Indikation in Abhängigkeit von klinischer Präsentation und Unfallhergang gemäß Leitlinie zu treffen

MRT

- idealerweise zur Feindiagnostik (z.B. fokale/diffuse axonale Verletzungen, Ausmaß von

Kontusionen, Hirnstammläsionen) oder zur Verlaufskontrolle





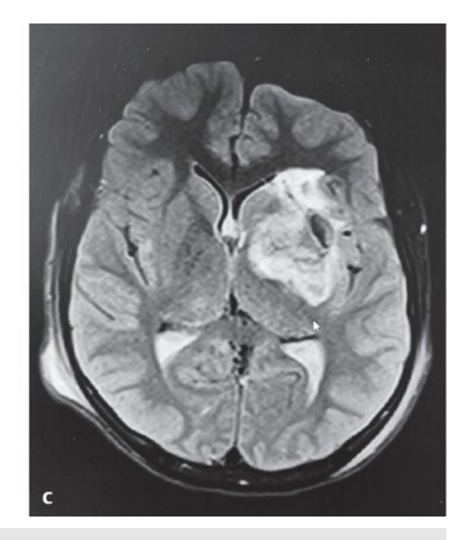


Abb. 347.1 Hirnparenchymblutung bei einem 14-jährigen Jungen nach Verkehrsunfall.

a Initiale Schädel-CT.

b Schädel-CT Kontrolle nach 6h.

c Postoperative Schädel-CT (nach Hämatomausräumung).

Instrumentelle Diagnostik

EEG

- Bei der Elektroenzephalografie handelt es sich nicht um eine Primärdiagnostik.
- Sie ist angebracht, um einen Krampfanfall als Sturzursache zu diagnostizieren bzw. zur Differenzierung von posttraumatisch auftretenden Krampfanfällen.
- In der Hirntoddiagnostik nach schwerstem SHT wird das EEG ebenfalls benötigt.

Differenzialdiagnosen

- Es gibt mehrere Erkrankungen, die zu Bewusstseinsstörungen führen können.
- Besteht kein sicherer Anhalt für ein Unfallereignis, kommen die folgenden Differenzialdiagnosen in Frage:
  - Atmungssystem: Coma hypercapnicum durch eine starke Erhöhung des Kohlendioxids (Hypoventilation)
  - Stoffwechselkrankheiten:
    - Addison-Krise, primäre Nebennierenrindeninsuffizienz (Ausfall der Kortisolproduktion)
    - Coma diabeticum im Rahmen eines Diabetes mellitus: diabetische Ketoazidose (bei Diabetes mellitus Typ 1).
    - Elektrolytstörung (hier v.a. natriumbedingt)
    - Coma hypoglycaemicum (infolge einer starken Hypoglykämie)
  - Herzkreislaufsystem:
    - Schockformen: kardiogene, hypovoläme, obstruktive, distributive Form
    - Hypoxie: hypoxämische Hypoxie, anämische Hypoxie, ischämische Hypoxie, zytotoxische Hypoxie
  - Tumorerkrankungen: Hirntumoren
  - Nervensystem:
    - Epilepsie
    - Hirnabszess
    - Meningoenzephalitis
  - Urogenitalsystem: Coma urämicum durch eine Urämie
  - Vergiftungen:
    - Coma dyspepticum (infantum) bedingt durch Exsikkose

- Alkohol, Alkaloide, Hypnotika, Kohlenmonoxid
- Medikamente:
  - Antiarrhythmika
  - Sedativa
  - Opiate
  - Benzodiazepine

Therapie

- Am Unfallort müssen die ersten Therapiemaßnahmen gemäß dem BLS/PALS-Schema (BLS = basic life support, PALS = pediatric advanced life support) erfolgen.
- Die primäre neurologisch-funktionelle und strukturelle Schädigung durch das Trauma selbst lässt sich nicht verhindern.
- Ziel der Therapie ist die Begrenzung der sekundären zentralen Schädigung.
- Insbesondere arterielle Hypotonie und Hypoxie führen unzureichend behandelt zu einer fortschreitenden Hirnschädigung.
- s. [1] [2] [5] [6] [7] [8]

Therapeutisches Vorgehen

- Nach Stabilisierung des Patienten am Unfallort erfolgt der Transport in ein spezialisiertes Pädiatrisches Traumazentrum.
- Vorgehen s. Abb. 347.2

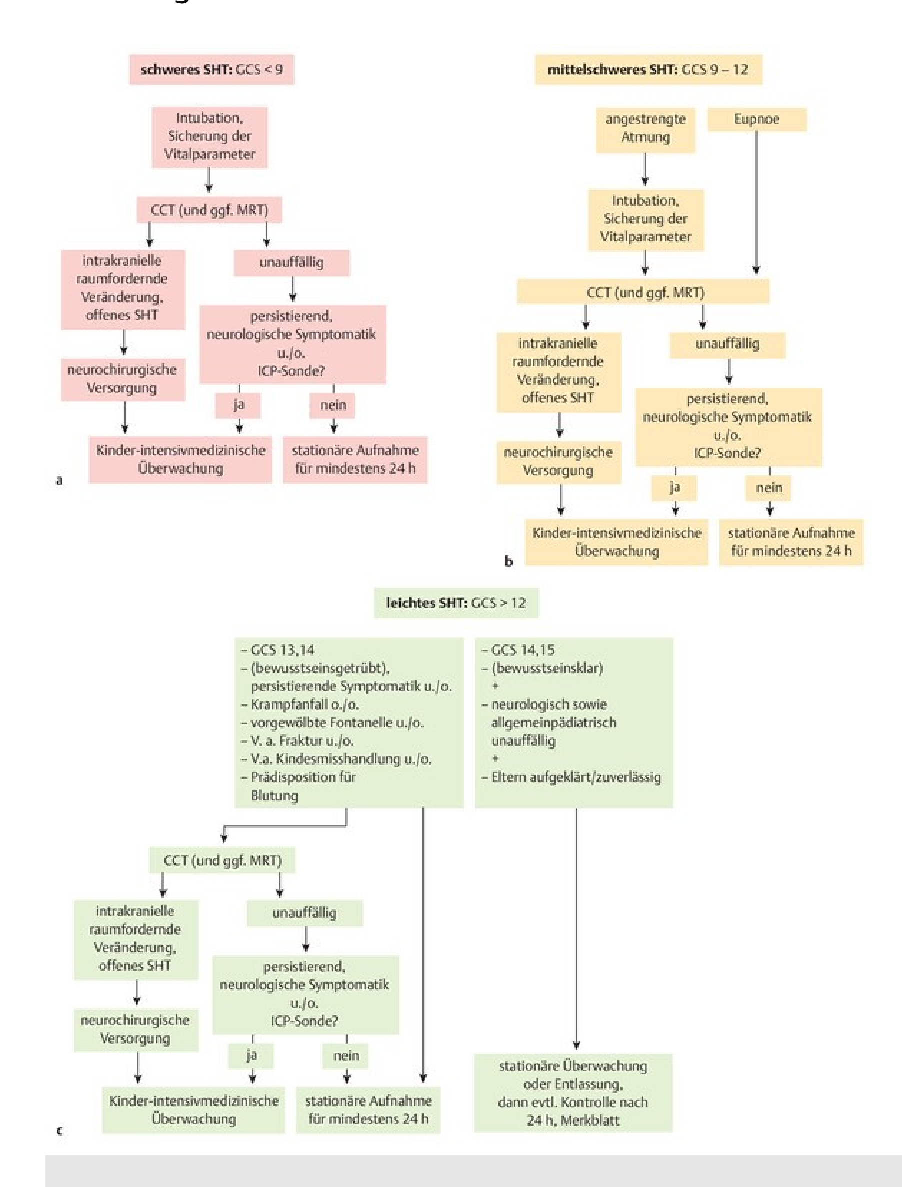


Abb. 347.2 Therapeutisches Vorgehen bei Schädel-Hirn-Trauma.

[2].

a Vorgehen bei leichtem SHT.

b Vorgehen bei mittelschwerem SHT.

c Vorgehen bei schwerem SHT.

Allgemeine Maßnahmen

- Untersuchung auf das Vorliegen anderer therapiebedürftiger Verletzungen

Konservative Therapie

Leichtes SHT

- Entscheidung über ambulante Fallführung oder stationäre Überwachung zum Neuromonitoring gemäß AWMF-Leitlinie (AWMF = Arbeitsgemeinschaft der wissenschaftlichen medizinischen Fachgesellschaften)
- bei Entlassung in die Häuslichkeit Aufklärung über Warnsymptome (z.B. Schläfrigkeit, Kopfschmerzen, Erbrechen, Bewusstseinsverlust oder Krampfanfälle), die eine sofortige Wiedervorstellung/Verständigung des Rettungsdiensts notwendig machen
- eingehende Beratung hinsichtlich initialer Ruhephase, folgender Phase noch reduzierter Aktivität innerhalb der Belastungsgrenze sowie dann folgendem Return-to-Learn und Return-to-Sport
- Es empfiehlt sich, im Beratungsgespräch auch schriftliche Informationsmaterialien zu nutzen (z.B. https://schuetzdeinenkopf.de/service/mediathek/publikationen-shop).
- bei akutem posttraumatischem Kopfschmerz suffiziente Schmerztherapie etablieren

Höhergradiges SHT

- Neuromonitoring auf Intensivstation
- Hirndruckmonitoring
- Hirndruckprophylaxe:
  - Oberkörperhochlagerung, Sedation, Vermeidung arterielle Hypotension, Hypoxie, Normothermie, Normoglykämie, Normonatriämie und Normcapnie
- Bei Schädelbasisfrakturen, offenen Schädelfrakturen und bei Nachweis von intrakranieller Luft kann eine prophylaktische antibiotische Therapie durchgeführt werden.
- ggf. neurochirurgische Intervention, Entlastung

Pharmakotherapie

- Hirndrucktherapie nach eskalierendem Stufenschema: bei Erhöhung der ICP je nach Alter (≥ 15mmHg zwischen 0–24 Monaten; ≥ 18mmHg zwischen 25–96 Monaten; ≥ 20mmHg zwischen 97–156 Monaten)
- hyperosmolare Lösung: Empfehlung II.1, 2 y 5 mL/kg während 10–20 min
- Mannitol (Osmodiuretika), Senkung des intrakraniellen Drucks
- Analgosedierung und neuromuskuläre Blocker (haben eine Empfehlung III.1)
- bei schwerem SHT antikonvulsive Therapie, um die Wahrscheinlichkeit von frühen posttraumatischen Krampfanfällen zu senken

Interventionelle Therapie

- Messung des intrakraniellen Drucks

Operative Therapie

- dringliche Entlastung einer intrakraniellen Raumforderung (Hämatom) durch Trepanation oder Entlastungskraniektomie
- Nicht vital erforderliche Operationen von Begleitverletzungen sollten nur unter bestimmten Bedingungen durchgeführt werden (z.B., wenn sie für die Herstellung einer adäquaten Intensivtherapie erforderlich sind), nach den Prinzipien der „damage control surgery".
- Die operative Therapie wird immer in Rücksprache mit den Neurochirurgen erfolgen.

Nachsorge

- s. [1], [2], [4], [6], [7] und [8]

Leichtes SHT

- Spontanerholung in der Regel innerhalb von wenigen bis 14d
- bei länger anhaltenden Beschwerden Vorstellung beim niedergelassenen Kinderarzt bzw.

in spezialisierter Einrichtung zur Erhebung des konkreten Beschwerdebilds und der Krankheitslast, gefolgt von einer ausführlichen Beratung und ggf. Initiierung weiterer Diagnostik und Therapie

- bei Risikoprofil für einen verzögerten Erholungsverlauf primär Nachsorge zu empfehlen

Mittelschweres und schweres SHT

- Regelmäßige kinderneurologische und neuropsychologische Kontrollen sind dringend indiziert, um im Verlauf frühzeitig Einschränkungen aus dem Bereich der sogenannten „unsichtbaren Störungen“ (subjektive somatische Beschwerden, psychologisch-emotionale Störungsbilder, neuropsychologische Funktionseinschränkungen) zu erkennen und entsprechend spezifische Diagnostik, Beratung und Therapie einleiten zu können.

Verlauf und Prognose

Leichtes SHT

- Die Prognose bei leichtem SHT ist in der Regel sehr gut.
- Allerdings zeigen Studien, dass nach 4 Wochen noch 30%, nach 12 Wochen noch 10% und nach 12 Monaten noch 5% der betroffenen Kinder und Jugendlichen an Beschwerden leiden, die in Zusammenhang zu dem stattgehabten SHT stehen.
- Das Beschwerdebild ist dabei meistens umso komplexer, je länger die Symptomatik anhält, und umfasst Symptome aus einer oder mehreren der folgenden 6 Dimensionen:
  - posttraumatischer Kopfschmerz
  - vestibulookuläre Symptomatik
  - kognitive Funktionseinschränkung
  - emotionale und verhaltensbezogene Symptomatik
  - Schlafstörungen
  - Erschöpfungszustand/Fatigue-Symptomatik
- Die Rehabilitationsbehandlung ist multimodal und biopsychosozial auf die individuelle Situation des Patienten maßgeschneidert.
- Stehen neuropsychologische Funktionseinschränkungen und eine starke Einschränkung der schulischen Partizipationsfähigkeit im Vordergrund, ist zügig eine stationäre Rehabilitationsbehandlung zu empfehlen.
- Wichtig zur Vorbeugung eines komplexen oder langfristigen Verlaufs ist die eingehende Beratung nach SHT hinsichtlich initialer Erholungsphase und folgendem Return-to-Learn und Return-to-Sport.
- Folgende Risikofaktoren für eine persistierende Symptomatik sind bekannt:
  - soziodemografische Faktoren (z.B. Alter, psychosozialen Belastungen)
  - Vorerkrankungen (z.B. frühere SHT, Lernschwierigkeiten)
  - intrakranielle Komplikationen oder HWS-Distorsion
  - Art sowie Ausprägung der Symptomatik im Rahmen des aktuellen leichten SHT

Mittelschweres und schweres SHT

- Die Prognose bei mittelschwerem und schwerem SHT ist von folgenden Parametern abhängig:
  - Alter bei Unfall
  - Art des Traumas (akzidentell oder nicht akzidentell, offen oder geschlossen)
  - Begleitverletzung(en)
  - GCS bei Aufnahme
  - Vorliegen einer arteriellen Hypotonie, Hyperglykämie oder Gerinnungsstörung bei Aufnahme
  - Art, Ausdehnung, Lokalisation und Anzahl der intrakraniellen Läsion(en) (fokal vs. diffus)

    - Art des versorgenden Krankenhauses (Kinderklinik und pädiatrisches Traumazentrum vs. Nicht-Kinderklinik mit adultem Traumazentrum)
- Rehabilitation nach mittelschwerem und schwerem SHT:
    - Eine stationäre, spezialisierte neuropädiatrische Rehabilitation sollte unbedingt indiziert werden, auch dann, wenn das Kind keine primär offensichtlichen Beeinträchtigungen wie motorische Funktionseinschränkungen oder posttraumatische Epilepsie zeigt!
    - Wichtig ist die frühzeitige Detektion psychologischer Symptomkomplexe (z.B. depressive Episode, erhöhte Ängstlichkeit) und neuropsychologischer Funktionseinschränkungen (insbesondere bei traumatischer Schädigung im Frontalhirn), um eine entsprechend adäquate Beratung und gezielte Therapie anbieten zu können und insbesondere, um Anpassungen hinsichtlich Return-to-Learn und Wiedereingliederung in die Peergroup treffen zu können.
    - Wichtig ist zudem die Verarbeitung des stattgehabten Traumas, um klinische Bilder ähnlich einer posttraumatischen Belastungsstörung vorzubeugen (Kind, aber auch Eltern und Geschwister!).
- Glasgow-Outcome-Score:
    - GOS 1: Tod
    - GOS 2: persistierender vegetativer Status
    - GOS 3: bei Bewusstsein, aber schwere Behinderung, im täglichen Leben hilfebedürftig
    - GOS 4: mäßige Behinderung, im täglichen Leben unabhängig
    - GOS 5: gute Erholung
- Alternativen: Glasgow-Outcome-Score extended mit 8 Abstufungen oder Kings Outcome Scale for Childhood Head Injury (KOSCHI)

Prävention

- Primärprävention von relevanten Kopfverletzungen bei Unfällen/Stürzen:
    - geeignete und altersangepasste Rückhaltsysteme in Autos
    - Tragen von Helmen bei entsprechenden Risikosportarten (z.B. Skisport, Radsport) und im Straßenverkehr (Radfahren, Inlinerfahren, Rollerfahren)
    - Sicherung von Spielplätzen
    - Aufklärung über das „Herabsturzrisiko“ von Säuglingen und Empfehlungen zur Schlaf- und Wickelumgebung
    - Aufklärung über die Gefahren beim Schütteln (Shaken-Baby-Syndrom)
- Sekundärprävention von Post-Concussion-Syndrom:
    - richtiges Erkennen von Gehirnerschütterungen nach Kopftrauma
    - ausreichende Erholungsphase gewähren und gestaffeltes Return-to-Learn und Return-to-Sport ermöglichen
    - frühzeitige medizinische Inanspruchnahme bei nicht vollständiger Erholung innerhalb von 2 bis spätestens 3 Wochen nach Trauma

Literatur

Quellenangaben

- [1] Bonfert MV, Wagner J, Göttler C et al. Das leichte Schädelhirntrauma im Kindes- und Jugendalter – Update Gehirnerschütterung. Monatsschr Kinderheilkd 2022; 8: 170
- [2] Dohna-Schwake C, Rellensmann G, Mauer UM et al. S2k-Leitlinie: Das Schädel-Hirn-Trauma im Kindes- und Jugendalter (02/2022). Im Internet: https://register.awmf.org/assets/guidelines/024–018l_S2k_Schaedel-Hirn-Trauma-Kinder-Jugendliche-SHT_2023–03.pdf; Stand: 27.09.2023
- [3] Gupte R, Brooks W, Vukas R et al. Sex Differences in Traumatic Brain Injury: What We Know and What We Should Know. J Neurotrauma 2019; 36: 3063–3091

- [4] Kapadia M, Scheid A, Fine E, Zoffness R. Review of the Management of Pediatric Post-Concussion Syndrome-a Multi-Disciplinary, Individualized Approach. Curr Rev Musculoskelet Med 2019; 12: 57–66
- [5] Kochanek PM, Tasker RC, Carney N et al. Guidelines for the Management of Pediatric Severe Traumatic Brain Injury, Third Edition: Update of the Brain Trauma Foundation Guidelines, Executive Summary. Neurosurgery 2019; 84: 1169–1178
- [6] Lumba-Brown A, Yeates KO, Sarmiento K et al. Centers for Disease Control and Prevention Guideline on the Diagnosis and Management of Mild Traumatic Brain Injury Among Children. JAMA Pediatr 2018; 172: e182853
- [7] Lumba-Brown A, Yeates KO, Sarmiento K et al. Diagnosis and Management of Mild Traumatic Brain Injury in Children: A Systematic Review. JAMA Pediatr 2018; 172: e182847
- [8] Reed N, Zemek R, Dawson J et al. Living Guideline for Pediatric Concussion Care 2021. https://pedsconcussion.com/wp-content/uploads/2021/11/Living-Guideline-for-PedsConcussion-Care.pdf; Stand: 27.09.2023
- [9] Röhrer, S. Das Schädel-Hirn-Trauma in Europa. Open Access Repositorium der Universität Ulm und Technischen Hochschule Ulm. Dissertation (18.11.2015). Im Internet: http://dx.doi.org/10.18725/OPARU-3699; Stand: 27.09.2023
- [10] Schmittenbecher PP, Hrsg. Pädiatrische Chirurgie. Lehrbuch der Kinderchirurgie – kurz und kompakt. München: Elsevier; 2021
- [11] Statistisches Bundesamt. Online unter: https://www.destatis.de/DE/Home/_inhalt.html, Stand: 19.3.2024
- [12] Thurman DJ. The Epidemiology of Traumatic Brain Injury in Children and Youths: A Review of Research Since 1990. J Child Neurol 2016; 31: 20–27
- [13] Valera EM, Joseph AC, Snedaker K et al. Understanding Traumatic Brain Injury in Females: A State-of-the-Art Summary and Future Directions. J Head Trauma Rehabil 2021; 36: E1–E17

Literatur zur weiteren Vertiefung

- [1] Dietz HG, Illing P, Schmittenbecher PP et al. Praxis der Kinder- und Jugendtraumatologie. Heidelberg: Springer; 2011
- [2] Kochanek PM, Tasker RC, Carney N et al. Guidelines for the Management of Pediatric Severe Traumatic Brain Injury, Third Edition: Update of the Brain Trauma Foundation Guidelines. Pediatr Crit Care Med 2019; 20(3S Suppl 1): S1–S82
- [3] National Institute for Health and Care Excenllence (NICE). Head injury: assessment and early management (22.01.2014). Im Internet: www.nice.org.uk/guidance/cg176; Stand; 27.09.2023

Quelle:

von Schrottenberg C, Wessel L, Rückauer T, Hoyos Celis N, Bonfert M. Traumatologie. In: Kerbl R, Reiter K, Wessel L, Hrsg. Referenz Pädiatrie. Version 1.0. Stuttgart: Thieme; 2024.

Shortlink: https://eref.thieme.de/11N8S398